

راهنمای فلزکاری

تألیف: جی. ساکی، اس. آموآکوهن
ترجمه: محمدرضا افضلی

به نام خدا

راهنمای فلزکاری

راهنمای فلزکاری

تألیف: جِی. ساکی ، اس. آموآکوهن

ترجمه: مهندس محمدرضا افضلی



فهرستنویسی پیش از انتشار کتابخانهٔ ملی جمهوری اسلامی ایران

ساکی — Sackey, J. K. N.
راهنمای فلزکاری/ تألیف جی. ساکی، اس. آموآکوهن؛ ترجمه محمدرضا افضلی. ــ تهران: شرکت انتشارات فنی ایران، ۱۳۸۱.
[هشت]، ۲۸۴ ص.: مصور، جدول.
ISBN 964-6232-77-9
فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا.
عنوان اصلی: Metalwork technology.
واژه‌نامه.
۱. فلزکاری. الف. آموآکوهن، .Amoakohene, S. K ب. افضلی، محمدرضا، ۱۳۳۱ ــ ، مترجم. ج. عنوان.
۲ر۲س/TS ۲۰۵ — ۶۸۴/۰۹
۱۳۸۰
کتابخانه ملی ایران — ۱۵۹۴۲ ـ ۸۰ م
محل نگهداری:



راهنمای فلزکاری

تألیف : جی. ساکی، اس. آموآکوهن
ترجمه : مهندس محمدرضا افضلی
ناشر : شرکت انتشارات فنی ایران؛ **تلفن**: ۶۴۹۰۱۴۶، ۶۴۶۲۲۱۸، ۸۷۵۰۴۴۷
نوبت چاپ : اول، ۱۳۸۱
تیراژ : ۳۰۰۰ نسخه
امور فنی : محمدعلی رزاقی
حروفچینی : شهیر
لیتوگرافی : کورش
چاپ : سعیدنو
شابک : ۹-۷۷-۶۲۳۲-۹۶۴ ISBN: 964-6232-77-9

علم چندانکه بیشتر خوانی   چون عمل در تو نیست نادانی
نه محقق بود نه دانشمند   چارپایی بر او کتابی چند
آن تهی مغز را چه علم و خبر   که بر او هیزم است یا دفتر

سعدی

پیشگفتار ناشر

چرا سقف خانهٔ نوساز چکه می‌کند؟ چرا لولهٔ آب ساختمان به سرعت می‌پوسد و موجب نشتی می‌شود؟ چرا سیمکشیهای برق چنان کلاف سردرگمی است که گاهی حتی خود سیمکش هم از آن سر در نمی‌آورد؟ چرا اتومبیل تازه تعمیر، درست کار نمی‌کند و باز نیاز به تعمیر دارد؟ و چراهای بیشمار دیگری که در زندگی روزمره با آنها سروکار داریم. به راستی علت ندانم‌کاری و ناشیگری بخشی از دست‌اندرکاران امور فنی در جامعهٔ ما چیست؟ آیا ما اصولاً آدمهای سهل‌انگاری هستیم؟ چرا دستهایی که مسجد امام اصفهان و تخت جمشید را ساخته‌اند، از عهدهٔ انجام درست این‌گونه کارهای ساده بر نمی‌آیند؟

به گمان ما فقدان آموزشهای فنی کاربردی عامل اصلی بروز این نابسامانیهاست. در حال حاضر کمتر کسی پیش از اشتغال به کار یا حرفه‌ای معین، آموزشهای لازم را فرا می‌گیرد و متأسفانه جامعه هم او را ملزم به این فراگیری و دریافت گواهینامهٔ تأیید صلاحیت فنی نمی‌کند. نتیجهٔ این وضع، اتلاف وقت و مصالح است و سرانجام نیز کار به درستی انجام نمی‌شود.

شرکت انتشارات فنی ایران در راستای رفع این نارساییها، انتشار کتابهای فنی کاربردی را در برنامهٔ کار خود قرار داده است و بر ضرورت آموزشهای کاربردی به عنوان راه‌حل مشکلات مزبور تأکید می‌ورزد. در این راه دست یاری به سوی تمام صاحب‌نظران و علاقه‌مندان دراز می‌کنیم و از آنها انتظار داریم نظر خود را از ما دریغ ندارند. یادآوری اولویتها و ضرورتهای موضوعی برای انتشار کتاب، معرفی کتابهای مفید در این‌زمینه و پیشنهاد ترجمه یا تألیف از سوی صاحبان دانش و تجربه برای ما بسیار مغتنم است؛ باشد تا با یاری یکدیگر گامی در راستای افزایش مهارت نیروی کار میهنمان برداریم.

شرکت انتشارات فنی ایران در انتظار دریافت نظر انتقادی شماست. علاقه‌مندان می‌توانند نظر خود را به آدرس: تهران، صندوق‌پستی ۳۹۱۱-۱۱۳۶۵ ارسال فرمایند.

شرکت انتشارات فنی ایران

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
۱. ایمنی در کارگاه	۳
مقدمه	۳
اقدامات ایمنی کلی	۳
استفاده از ابزارهای دستی	۳
کار با ماشینهای مختلف	۳
بلندکردن اجسام	۴
مرور مطالب این فصل	۴
تمرین و پرسش	۵
۲. فلزات آهنی	۷
مقدمه	۷
سنگ آهن	۷
تولید آهن	۷
تولید فولاد	۱۲
خواص فلزات	۱۶
مقاطع تجاری فولادی	۱۷
عملیات حرارتی فولاد کربنی ساده	۱۸
مرور مطالب این فصل	۲۱
تمرین و پرسش	۲۱
۳. فلزات غیرآهنی و پلاستیکها	۲۳
مقدمه	۲۳
انواع فلزات غیرآهنی	۲۳
پلاستیکها	۲۵
مرور مطالب این فصل	۲۸
تمرین و پرسش	۲۸
۴. ابزارها و فرایندهای دستی	۲۹
مقدمه	۲۹
ابزارهای رومیزی	۲۹
ابزارها و فرایندهای نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی	۴۰
مرور مطالب این فصل	۵۱
تمرین و پرسش	۵۱
۵. ابزارها و فرایندهای آهنگری	۵۳
مقدمه	۵۳
ابزارهای آهنگری	۵۳
فرایندهای آهنگری	۵۷
ایمنی در کارگاه آهنگری	۶۱
مرور مطالب این فصل	۶۲
تمرین و پرسش	۶۲
۶. ابزارها و فرایندهای ورقکاری	۶۳
مقدمه	۶۳
ابزارها، تجهیزات و مواد	۶۳
فرایندهای ورقکاری	۶۶
ایمنی در کارگاه ورقکاری	۷۰
مرور مطالب این فصل	۷۰
تمرین و پرسش	۷۱
۷. فلزکوبی	۷۳
مقدمه	۷۳
ابزارها و تجهیزات	۷۳
فرایندهای فلزکوبی	۷۴
زردجوشکاری و لحیم نقره	۷۹
مرور مطالب این فصل	۸۲
تمرین و پرسش	۸۲
۸. حفاظت سطح	۸۵
مقدمه	۸۵

عنوان	صفحه
فرایندها	۸۵
مرور مطالب این فصل	۸۷
تمرین و پرسش	۸۷
۹. طراحی و گرافیک	۸۹
مقدمه	۸۹
هنر طراحی (مشکل‌گشایی)	۸۹
ارتباط تصویری	۹۳
مرور مطالب این فصل	۱۳۲
تمرین و پرسش	۱۳۲
۱۰. جوشکاری پتکه‌ای و جوش استیلن	۱۳۵
مقدمه	۱۳۵
جوشکاری پتکه‌ای	۱۳۵
جوشکاری گازی	۱۳۵
برشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن	۱۵۰
مرور مطالب این فصل	۱۵۳
تمرین و پرسش	۱۵۳
۱۱. جوشکاری قوس الکتریکی	۱۵۵
مقدمه	۱۵۵
اصول جوشکاری قوسی	۱۵۵
دستگاهها و تجهیزات جوشکاری	۱۵۶
تمرین جوشکاری قوسی	۱۶۱
مرور مطالب این فصل	۱۷۴
تمرین و پرسش	۱۷۵
۱۲. ریخته‌گری	۱۷۷
مقدمه	۱۷۷
ریخته‌گری در ماسه	۱۷۷
مدلسازی	۱۷۷
ریخته‌گری در قالب فلزی	۱۸۷
عیوب قطعات ریختگی	۱۹۱
مرور مطالب این فصل	۱۹۱
تمرین و پرسش	۱۹۲
۱۳. ماشین‌ابزار	۱۹۳
مقدمه	۱۹۳
ماشین سنگ دستی	۱۹۳
دریل	۱۹۵
ماشین‌تراش	۲۰۱
ماشین‌فرز	۲۲۱
صفحه‌تراش	۲۲۸
نگهداری	۲۳۱
مرور مطالب این فصل	۲۳۲
تمرین و پرسش	۲۳۳
۱۴. اطلاعات حرفه‌ای و پروژه‌ها	۲۳۵
مقدمه	۲۳۵
اطلاعات حرفه‌ای	۲۳۵
پروژه‌ها	۲۳۷
مرور مطالب این فصل	۲۵۲
تمرین و پرسش	۲۵۳
پاسخ به پرسشها و چند نکته دربارهٔ پاسخگویی	۲۵۵
مقدمه	۲۵۵
فرهنگ اصطلاحات	۲۶۷
واژه‌نامه	۲۷۵

مقدمه

مهندسی کاربرد علم است در طراحی و ساخت ساختمان، ماشین‌آلات و مانند آنها. فلزکاری، که شاخه‌ای از مهندسی است، با ساختن و شکل‌دادن قطعات فلزی سروکار دارد. کارکردن روی فلزات در رفاه و آسایش انسان نقش دارد زیرا بسیاری از اشیایی که کاربرد روزمره دارند از فلز ساخته می‌شوند. مثلاً می‌توان از وسایل و لوازم خانگی، ادوات کشاورزی، قطعات خودرو، ماشینها و اجزای ماشین نام برد. بدون اینها، جهان مدرن وجود نمی‌داشت.

هنرجویان فلزکاری نیازمند دانش و مهارت‌اند. این کتاب نه تنها به هنرجو کمک می‌کند تا برای امتحان دادن آماده شود، بلکه بر دانش او نیز می‌افزاید؛ دانشی که برای کسب مهارت حرفه‌ای در فلزکاری ضروری است. در حقیقت تعداد مواد و فنون مورد استفاده در فلزکاری به اندازه‌ای زیاد است که در هنگام جمع‌آوری مطالب این کتاب، مشکل اصلی این نبود که کدام مطالب را در کتاب بگنجانیم، بلکه مشکل این بود که چه مطالبی را در کتاب نیاوریم.

ما کوشیده‌ایم مطالب متنوعی را در این کتاب بگنجانیم که از جمله باید به حوزه‌های خاص زیر اشاره کرد:

- ❑ جوشکاری پتکه‌ای، جوشکاری و برشکاری با کاربید و جوشکاری قوسی؛
- ❑ طراحی و ساخت، که روشی ایدئال برای آموزش مهارتهای فنی است؛
- ❑ ارتباط تصویری و نقشه‌کشی هندسی؛
- ❑ اطلاعات حرفه‌ای، انواع مؤسسات و راه‌اندازی کارگاه.

مطالب درسی رشتهٔ فلزکاری در کشورهای مختلف متفاوت است. مطالب این کتاب را طوری انتخاب کرده‌ایم که با برنامهٔ درسی هنرستانها و آموزشکده‌های فنی در چند کشور آفریقایی و انگلستان تطبیق داشته باشد.

هنرآموزان هنرستانها و آموزشکده‌های فنی و آنها که خود را برای شرکت در دوره‌های فنی و حرفه‌ای مشابه آماده می‌کنند، این کتاب را مفید خواهند یافت. به علاوه، مربیان و فلزکاران نیز می‌توانند از آن استفاده کنند.

۱

ایمنی در کارگاه

مقدمه

وقتی می‌توانید با اعتماد به نفس از ابزارها، ماشینها و مواد مختلف استفاده کنید که دانش نظری خود را، که در زمینهٔ فلزکاری کسب کرده‌اید، در عمل به کار بندید. اما در جریان کسب مهارت، ممکن‌است در معرض خطرهای بسیاری قرار بگیرید. بعضی از این خطرها مرگبارند. بنابراین در این فصل به‌شرح بعضی از «باید»ها و «نباید»های کارگاهی می‌پردازیم.

اقدامات ایمنی کلی

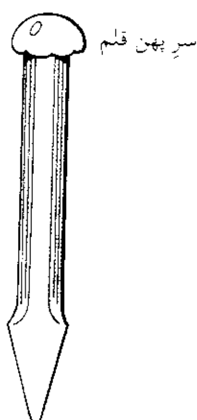
حادثه در کارگاه **حتماً** اتفاق می‌افتد. برای جلوگیری از وقوع حوادث باید مقررات ایمنی را رعایت کرد. بیشتر تجهیزات و ابزارهای کارگاهی خطرناک‌اند، بنابراین در هنگام استفاده از آنها باید اقدامات ایمنی لازم را به عمل آورید.

▲ کارگاه را باید منظم نگه داشت: محل منظم معمولاً ایمن است. همهٔ مواد، ماشینها و ابزارها را در محل خاص خود قرار دهید تا حادثه‌ای رخ ندهد. کف کارگاه همیشه باید مرتب باشد.

در کارگاه لباس سرهمی یا روپوشی بپوشید که گشاد نباشد؛ لباس گشاد ممکن است به قطعات چرخان ماشینی گیر کند. همیشه از **عینک** یا **ماسک ایمنی** استفاده کنید. هدف از به‌کارگیری این وسایل محافظت از چشمها در برابر تراشه‌ها و براده‌های در حال حرکت در هوا، گردوغبار، جرقه و نور شدید است. مطابق شکل ۱ـ۱، از لباس محافظ و مخصوص انجام هر کار استفاده کنید.



شکل ۱ـ۱ لباس مناسب و محافظ برای کار در کارگاه.



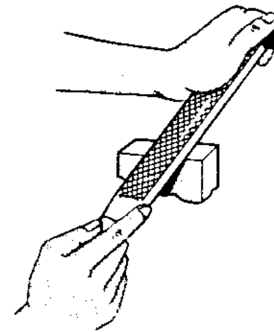
شکل ۱ـ۲ قلمی که سر آن پهن شده است.

استفاده از ابزارهای دستی

کار با ابزارهای معیوب خطرناک است. با قلم یا سنبه‌ای که سر آن پهن شده است (شکل ۱ـ۲) کار نکنید، زیرا ممکن است تکه‌ای فلز از سر قلم یا سنبه جدا و به اطراف پرتاب شود. از چکش یا سوهانی که دستهٔ آن شکافته یا لق است، یا اصلاً دسته ندارد، استفاده نکنید زیرا این ابزارها می‌توانند صدمات جدی ایجاد کنند (شکل ۱ـ۳).

کار با ماشینهای مختلف

پیش از آنکه در عمل با ماشینهای مختلف کارگاهی سروکار پیدا کنید، باید نحوهٔ استفاده از آنها را بیاموزید. در هنگام کار با هر یک از ماشینهای زیر باید مقررات ایمنی خاصی را رعایت کنید.



شکل ۱ـ۳ خطرهای کار کردن با سوهان بی‌دسته: ممکن است دُم سوهان در کف دست فرو برود.

دریل

کار را به گیره ببندید و، در صورت لزوم، برای جلوگیری از چرخیدن گیره، آن را با پیچ به میز کار محکم کنید. از همهٔ حفاظهای ماشین استفاده کنید. هرگز سعی نکنید در هنگام سوراخکاری قطعات کوچک آنها را با دست نگه دارید.

ماشین تراش

کار را محکم به سه‌نظام ببندید و پیش از روشن کردن ماشین، آچار سه‌نظام را از روی سه‌نظام بردارید. جداکردن **سوفاله**، در هنگامی که ماشین کار می‌کند، خطرناک است. از ملحقات ایمنی ماشین‌تراش استفاده کنید.

صفحه‌تراش

کار و گیره را محکم ببندید. به خاطر داشته باشید که در پایان هر کورس قلم، **براده‌ها** به اطراف پرتاب می‌شوند و ممکن است چشم شما را مجروح کنند.

ماشین فرز

وقتی ماشین فرز در حال کار است، هرگز آن را تنظیم نکنید. وقتی تیغه‌فرز می‌چرخد، آب صابون را با قلم‌مو به آن نمالید. وقتی تیغه‌فرز در حرکت است، دستهایتان را از آن دور نگه دارید. براده‌های فرزکاری تیز هستند؛ آنها را با دست برندارید.



شکل ۱ـ۴ وضعیت صحیح بدن برای بلند کردن اجسام.

ماشین سنگ‌زنی

در هنگام سنگ‌زدن قطعات از عینک ایمنی و محافظ چشم استفاده کنید. قطعات کوچک را می‌توانید در گیرهٔ دستی نگه دارید تا به درون شکاف بین چرخ سنباده و تکیه‌گاه قلم کشیده نشوند.

بلندکردن اجسام

معمولاً ناگزیر می‌شوید اجسام مختلفی را بلند کنید که بعضی از آنها ممکن است نسبتاً سنگین باشند. وضعیت بدن در هنگام بلند کردن اجسام باید مطابق شکل ۱ـ۴ باشد تا ستون مهره‌ها و ماهیچه‌های کمر آسیب نبینند. هرگز به کنار یا زیر بارهای آویزان نروید؛ همیشه این احتمال وجود دارد که بار بیفتد و حادثه‌ای رخ دهد.

■ مرور مطالب این فصل

در این فصل بعضی از مقررات ایمنی را شرح دادیم که، برای جلوگیری از وقوع حادثه در کارگاه، باید آنها را رعایت کنید. حوزه‌های اصلی به شرح زیرند:

- **نظم:** چگونه کارگاه را تمیز و مرتب نگه داریم.
- **لباس محافظ:** چه نوع لباسی بپوشیم تا در مقابل صدمات از

ما محافظت کند.

- **کار با ابزارهای دستی:** برای انجام هر کار از ابزار مناسب آن کار استفاده کنید و در هنگام کار با ابزار دقت کنید.
- **کار با ماشین:** خطرهای بالقوه‌ای که در هنگام کار با ماشینهای مختلف در معرض آنها قرار می‌گیریم.
- **بلندکردن اجسام:** وضعیت صحیح بدن برای برداشتن اجسام، برای جلوگیری از صدمه‌دیدن کمر و بقیهٔ اندامها.

امیدواریم که مقررات ایمنی را به طور طبیعی بپذیرید، **اما اگر شک دارید بپرسید!**

تمرین و پرسش

۱. چرا باید در کارگاه هنرستان یا آموزشکده مقررات ایمنی را رعایت کرد؟

۲. نحوهٔ منظم نگه‌داشتن کارگاه را شرح دهید.

۳. یکی از مقررات ایمنی مربوط به کار با هریک از ماشینهای زیر را نام ببرید:

الف) ماشین‌تراش

ب) ماشین فرز

ج) دریل

د) ماشین سنگ‌زنی

۴. نحوهٔ جلوگیری از چرخیدن گیره، در هنگام سوراخکاری قطعه با استفاده از دریل را شرح دهید.

۵. الف) چرا کار با قلمی که سر آن پهن شده خطرناک است؟

ب) شکل قلمی را که سر آن پهن شده است ترسیم کنید.

۲

فلزات آهنی

مقدمه

موادی که در فلزکاری به کار می‌روند عبارت‌اند از فلزات آهنی، فلزات غیرآهنی و پلاستیکها. انتخاب و کاربرد هریک از آنها در درجهٔ اول به خواصشان وابسته است. در فصل بعد در مورد فلزات غیرآهنی و پلاستیکها بحث می‌کنیم. فصل حاضر به بحث در مورد فرایندهای ساخت، شناسایی، خواص، کاربردها و عملیات حرارتی فلزات آهنی اختصاص دارد.

از اهمیت فلزات در زندگی انسان نباید غافل شد. مهمترین فلزات مورد استفادهٔ انسان، گروه فلزات آهنی است؛ یعنی فلزات و آلیاژهایی که تشکیل‌دهندهٔ اصلی آنها آهن است. مادهٔ خام اصلی که در تولید فلزات آهنی مصرف می‌شود سنگ آهن است. برای تولید چدن خام در کورهٔ بلند، باید سنگ آهن، کک و سنگ آهک بارکوره کرد؛ چدن خام مادهٔ اولیهٔ اصلی برای تولید فولاد است.

سنگ آهن

منظور از سنگ آهن مجموعهٔ کانه‌هایی است که می‌توان از آنها آهن استخراج کرد. بخش عمدهٔ آهن جهان در روسیه، قزاقستان و اوکراین استخراج می‌شود. سایر تولیدکنندگان مهم عبارت‌اند از امریکا، استرالیا، فرانسه، برزیل و کانادا. منیتیت، هماتیت، لیمونیت و سیدریت مهمترین کانه‌های آهن هستند.

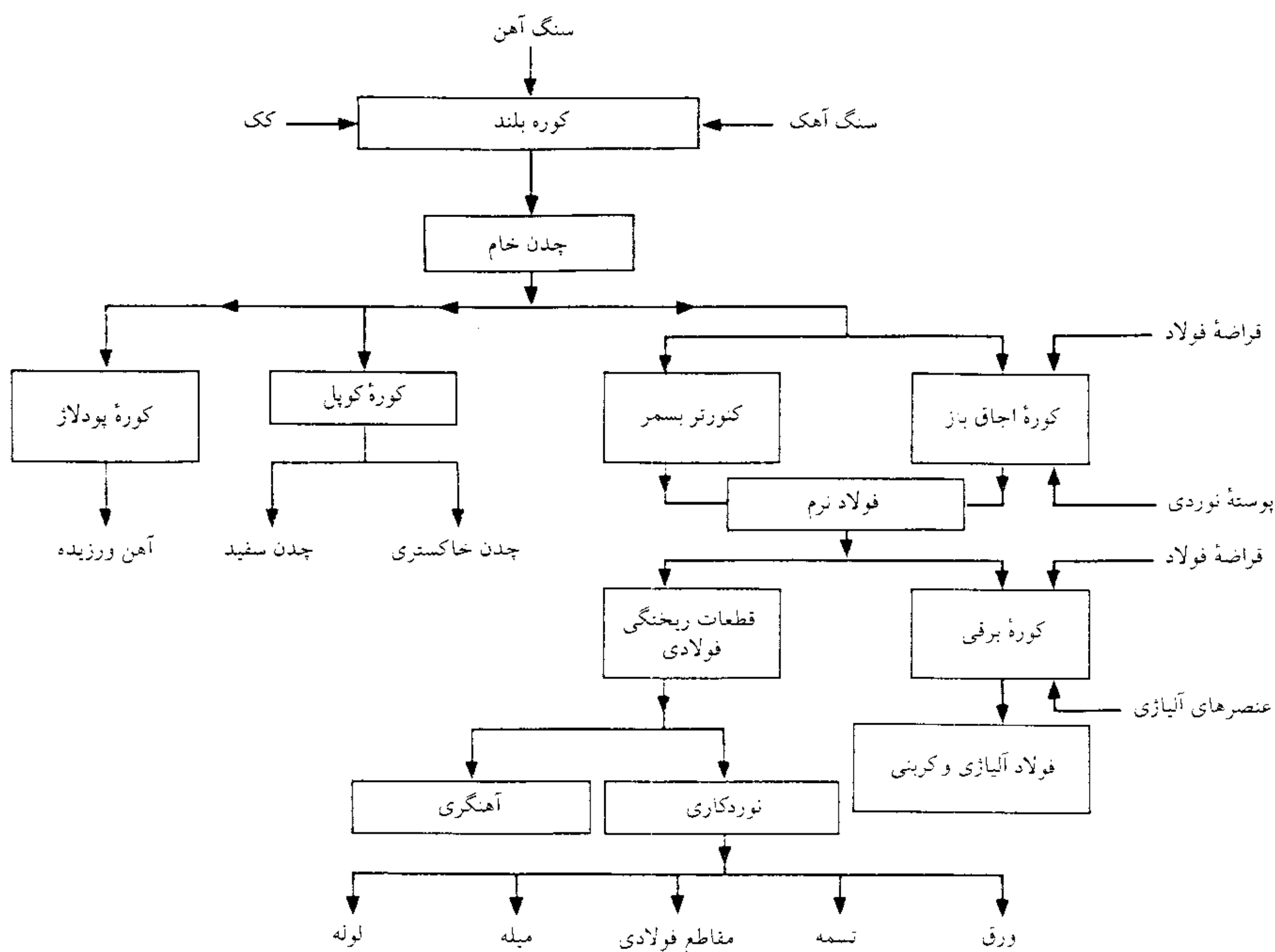
منیتیت (Fe_3O_4) یکی از غنیترین کانه‌های آهن است که حدود ۶۵ درصد آهن دارد. این کانه در نقاط مختلف جهان پراکنده است. منیتیت بسیار سخت و سیاه، و به شکل سنگ است. این کانه خواص مغناطیسی نیرومندی دارد. **هماتیت** (Fe_2O_3)، که سرخ رنگ است، در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد آهن دارد. این کانه در امریکا و اسپانیا فراوان است. **لیمونیت** ($2\,Fe_2O_3\,,\,3\,H_2O$) هیدروکسید آهن است، اما معمولاً به صورت مخلوط با هماتیت و سایر اکسیدهای آهن یافت می‌شود. رنگ این کانه قهوه‌ای مایل به زرد است و در حدود ۳۰ درصد آهن دارد. لیمونیت در سوئد، فرانسه و آلمان فراوان است. **سیدریت** ($FeCO_3$) کانه‌ای فقیر است که در حدود ۳۰ درصد آهن دارد. این کانه بیشتر در سواحل شرقی انگلستان استخراج می‌شود.

در تولید چدن خام از سنگ آهن، **سنگ آهک** به عنوان گدازآور مصرف می‌شود. سنگ آهک با اغلب ناخالصیهای سنگ آهن، مانند گوگرد، سیلیسیم و منگنز ترکیب می‌شود تا **سرباره** تولید کند؛ سرباره را از کوره تخلیه می‌کنند. سربارهٔ منجمد شده در کارهای جاده‌سازی و تولید سیمان مصرف می‌شود.

برای ذوب چدن خام از **کک** به عنوان سوخت استفاده می‌کنند. برای تولید کک، زغال‌سنگ را در غیاب هوا گرما می‌دهند تا گاز زغال (مخلوطی از گازها، شامل هیدروژن، متان و مونوکسید کربن) خارج شود. کک در کوره بلند به عنوان عامل احیاکننده مصرف می‌شود.

تولید آهن

چدن خام، که از سنگ آهن به‌دست می‌آید، مادهٔ اولیه برای تولید سایر فلزات آهنی، آهن ورزیده، چدن، فولاد کم‌کربن (نرم) و فولادهای آلیاژی و کربنی است (شکل ۲-۱).



شکل ۲ـ۱ نمودار جریان تولید آهن و فولاد.

ذوب چدن خام

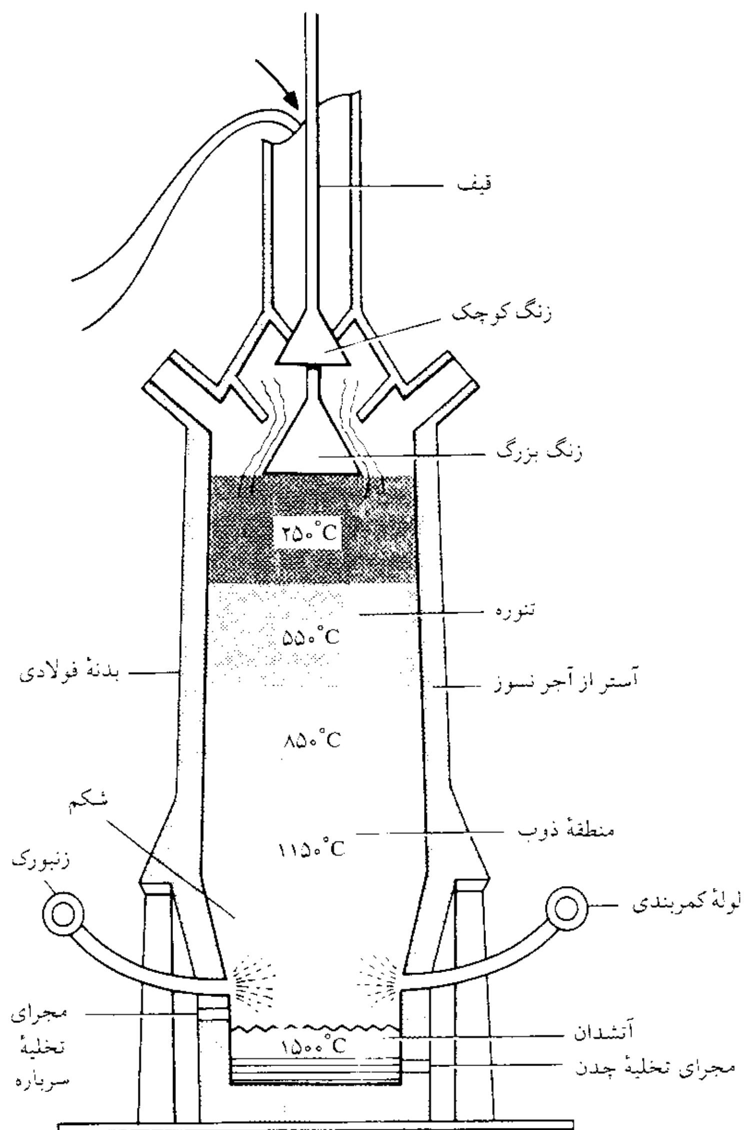
برای تولید چدن خام از **کوره بلند** (شکل ۲ـ۲) استفاده می‌شود. کوره بلند سازه‌ای فولادی به ارتفاع حدود ۳۰ متر است. قطر آتشدان (شکم) این کوره بین ۶ تا ۹ متر است. سطح داخلی این کوره را با آجرنسوز می‌پوشانند. سایر بخشهای کوره بلند عبارت‌اند از تنوره، زنبورکها (دمنده‌های هوا)، مجراهای تخلیهٔ سرباره و چدن و قیف بارگیری.

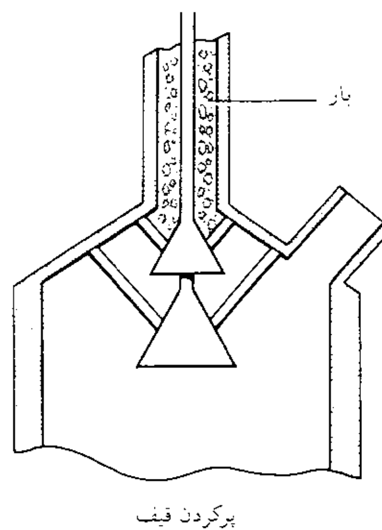
بارگیری

مواد خام (که بار نامیده می‌شود) به شیوهٔ مکانیکی به داخل قیف بارگیری تغذیه می‌شود. زنگ کوچک باز می‌شود و مواد را به فضایی راه می‌دهد که کف آن را زنگ بزرگ بسته است. وقتی بار وارد این فضا شد، زنگ کوچک بسته می‌شود و زنگ بزرگ باز می‌شود تا مواد وارد کوره شوند. با این تدبیر، هوا و گاز داغ کوره، در هنگام بارگیری، از آن خارج نمی‌شوند.

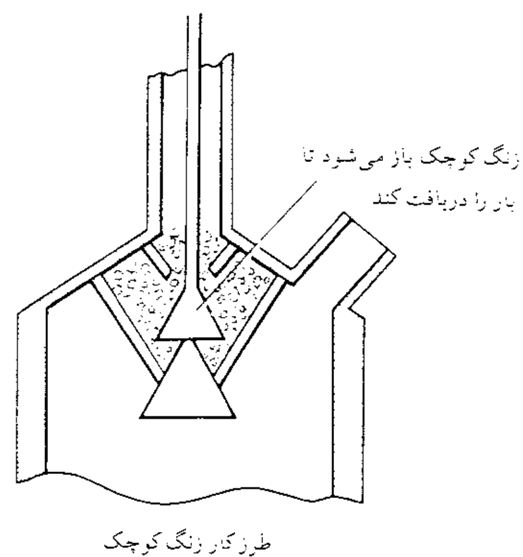
ذوب

سنگ آهک و آهن در دومین منطقهٔ گرمایی (550°C) توده‌ای اسفنجی تشکیل می‌دهند. این توده به سومین منطقهٔ گرمایی (1150°C) می‌رسد و در این منطقه اکسید آهن احیا و به آهن تبدیل می‌شود. محصول این فرایند سرباره و چدن مذاب است. چدن از سرباره سنگین‌تر است، به همین سبب به کف آتشدان می‌رود و سرباره روی آن شناور می‌ماند. ابتدا سرباره را از مجرای تخلیهٔ سرباره خارج می‌کنند و سپس چدن مذاب را تخلیه می‌کنند و به داخل قالبهای فلزی می‌ریزند تا **شمش چدن** تولید شود، یا آن را مستقیماً به کوره‌های فولادسازی انتقال می‌دهند.

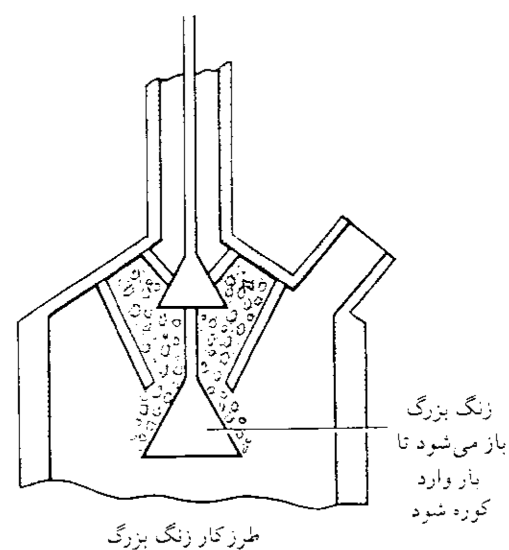




پرکردن قیف



طرز کار زنگ کوچک



طرز کار زنگ بزرگ

شکل ۲ـ۲ کوره بلند.

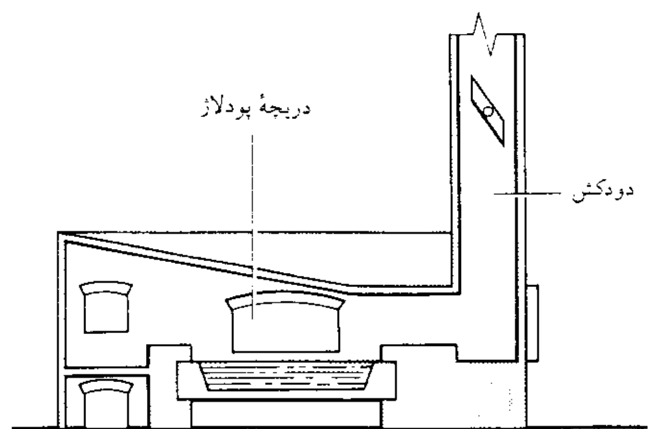
آهن ورزیده

آهن ورزیده خالصترین فلز آهنی است و در حدود ۹ر۹۹ درصد آهن دارد. به همین سبب آهن ورزیده کیفیت ویژه‌ای دارد، مستحکم و چقرمه است و به آسانی ماشینکاری می‌شود. این ماده در برابر خوردگی مقاوم است و چون می‌تواند در برابر بارهای ضربه‌ای مقاومت کند، برای ساختن ادوات حمل و نقل، کوپلینگ و قلاب بکسل به کار می‌رود.

کورهٔ پودلاژ (شکل ۲-۳) برای تولید آهن ورزیده به کار می‌رود. با هم زدن چدن خام، که مادهٔ اصلی تشکیل دهندهٔ بارکوره است، بسیاری از ناخالصیهای آن (مانند کربن) جدا می‌شوند. کربن به صورت گاز مونوکسید کربن از چدن مذاب خارج می‌شود و در سطح آن می‌سوزد. تودهٔ خمیری آهن را، به شکل **گلوله‌ها** یا **شمشه‌هایی** به وزن حدود ۳۰ کیلوگرم، از کوره بیرون می‌آورند و با چکش‌کاری و نورد به صورت تیله یا تسمه شکل می‌دهند.

چدن ریخته‌گری

چدن از خانوادهٔ فلزات آهنی و آلیاژ آهن و کربن است. از چدن برای ریخته‌گری بدنهٔ ماشینها و ادوات کشاورزی و باغبانی و مانند آنها استفاده می‌شود.



شکل ۲-۳ کورهٔ پودلاژ برای تولید آهن ورزیده.

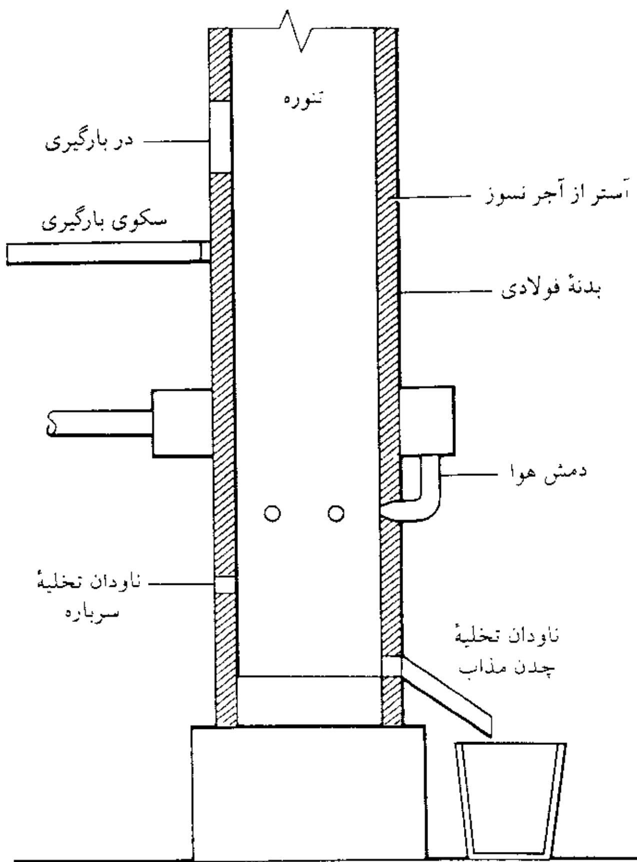
خواص

چدن ریخته‌گری ۵ر۲ تا ۴ درصد کربن، همراه با عنصرهای دیگر مانند سیلیسیم، فسفر، منگنز و گوگرد، به نسبتهای متغیر دارد.

چدن ریخته‌گری از فولاد سخت‌تر و شکننده‌تر است؛ به همین سبب خم‌کردن یا شکل دادن آن دشوار است.

تولید چدن ریخته‌گری

چدن ریخته‌گری با حذف بخشی از کربن و سایر عنصرهای موجود در چدن خام، از قبیل فسفر، سیلیسیم، گوگرد و منگنز، در ریخته‌گری و در کوره‌ای به نام **کوپل** (شکل ۲-۴)، تولید می‌شود. کورهٔ کوپل شبیه کوره بلند، اما کوچکتر از آن است. کورهٔ کوپل با کک روشن می‌شود. چدن خام، همراه با چدن قراضه و مقدار کمی سنگ آهک در کوپل مخلوط و



شکل ۲-۴ کورهٔ کوپل برای تولید چدن.

ذوب می‌شوند. نسبت چدن خام و قراضهٔ چدن در بار کوره، تعیین‌کنندهٔ نوع چدن تولید شده است. هوا از طریق **زنبورکها** به داخل کوپل رانده می‌شود. با ورود هوا کک می‌سوزد؛ چدن مذاب در کف آتشدان ته‌نشین می‌شود. سرباره را، که روی چدن مذاب شناور است، می‌گیرند و سپس چدن مذاب را در پاتیل تخلیه می‌کنند تا از پاتیل به قالب ریخته شود.

انواع چدن

در **چدن خاکستری** بخش عمدهٔ کربن به صورت فلسهای **گرافیت** است (یعنی با آهن به صورت شیمیایی ترکیب نشده است). در هنگام سوهان زدن یا ماشینکاری چدن خاکستری، متوجه وجود گرافیت آزاد خواهید شد، زیرا دستهایتان سیاه می‌شود. این نوع چدن را به سبب ظاهر خاکستری حاصل از شکستن گرافیت، چنین نامیده‌اند. آهن و کربن عنصرهای اصلی تشکیل دهندهٔ این نوع چدن‌اند. گاهی چدن خاکستری را با سیلیسیم، گوگرد، منگنز و فسفر آلیاژ می‌کنند. سیلیسیم به تشکیل گرافیت آزاد کمک می‌کند و در نتیجه «نرم‌کنندهٔ» چدن است. گوگرد و منگنز چدن را سخت می‌کنند و فسفر سیالیت آن را افزایش می‌دهد.

نقطهٔ ذوب چدن خاکستری پایین است؛ چدن خاکستری در دمای ۱۱۵۰ تا ۱۲۵۰°C ذوب می‌شود. به همین سبب و به دلیل سیالیت چدن خاکستری در حالت مذاب، از این ماده برای ریختن بدنهٔ ماشین‌ابزارها یا بدنهٔ موتور خودروها استفاده می‌شود. چدن خاکستری نمی‌تواند نیروهای کششی را تحمل کند، اما فشار را به خوبی تحمل می‌کند. چدن خاکستری شکننده است و به خوبی ماشینکاری می‌شود: به‌دلیل وجود گرافیت آزاد، که نقش **روانکار** را بازی می‌کند، چدن خاکستری را به صورت خشک ماشینکاری می‌کنند. از جمله کاربردهای دیگر چدن خاکستری می‌توان به ساخت خط‌کش پایه‌دار، صفحهٔ صاف و گیره اشاره کرد.

در طراحی و اجرای هر پروژه، پیش از انتخاب هر نوع چدن، باید مشخصه‌های آن را به دقت بررسی کنید.

چدن سفید با سرد کردن سریع چدن مذاب و جلوگیری از تشکیل گرافیت تولید می‌شود. در چدن سفید، کربن با آهن ترکیب شیمیایی **سمنتیت** (**کاربید آهن**، Fe_3C) تشکیل می‌دهد. چدن سفید، وقتی شکسته شود، سطح شکست **بلورین** دارد. چدن سفید را نمی‌توان به آسانی ماشینکاری کرد زیرا سمنتیت سخت و شکننده است. سیالیت چدن سفید مذاب از چدن خاکستری کمتر است. در صنعت از این نوع چدن برای ساخت سطوح مقاوم در برابر فرسایش، مانند کشویی ماشین‌تراش، استفاده می‌کنند.

چدن چکش‌خوار (**مالیبل**) همان چدن سفید است که مقدار کربن آن کاهش یافته و به صورت یکنواخت در ساختار چدن پراکنده شده است تا چدن چقرمه شود. روی چدن سفید به دو روش عملیات گرمایی انجام می‌دهند. در فرایند تولید **چدن چکش‌خوار مغزسیاه**، چدن سفید را تا دمای حدود ۹۵۰°C گرم می‌کنند و سپس آن را در دمای تقریباً ۷۰۰°C **بازپخت** می‌کنند تا ساختارش اصلاح شود. این روش در امریکا متداول است. چدنی که به این روش تولید می‌شود می‌تواند در برابر بارهای ضربه‌ای سبک پایداری کند. در فرایند تولید **چدن چکش‌خوار مغزسفید**، چدن سفید را در **کورهٔ موفلی**، همراه با مواد غنی از اکسید آهن (مثلاً هماتیت)، در دمای ۹۰۰ تا ۱۰۰۰°C گرما می‌دهند. سپس آن را به مدت چند روز در کوره، در همین دما، نگه می‌دارند و بعد به تدریج و طی چند روز دیگر آن را خنک می‌کنند. کربن موجود در لایه‌های بیرونی قطعات می‌سوزد (چدن **کربن‌زدایی** می‌شود) و کربن در مغز قطعه به گرافیت تبدیل می‌شود.

استحکام و مقاومت چدن چکش‌خوار در برابر بارگذاری ضربه‌ای بیشتر است، به همین سبب از این نوع چدن برای ساخت قطعات ریختگی مرغوب، مانند بدنهٔ ادوات کشاورزی و باغبانی، چرخدنده و مانند آن استفاده می‌شود.

تولید فولاد

> فولاد نرم یا فولاد کم‌کربن ماده‌ای است که بیشتر از هر مادهٔ دیگر در کارگاههای آموزشی مصرف می‌شود، زیرا هم ارزان است و هم خواص منحصر به فردی دارد.

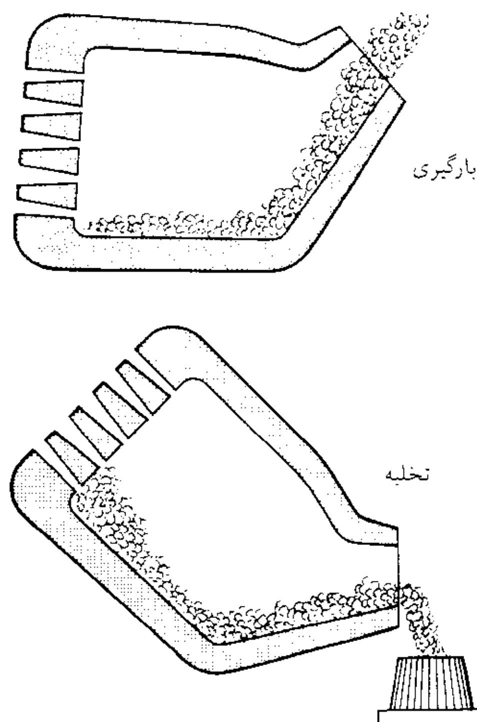
فولاد کم‌کربن نوعی فولاد نرم است که تا حدود ۳ر۰ درصد کربن به صورت پرلیت دارد؛ پرلیت از لایه‌ها یا تیغه‌های متناوب فریت و سمنتیت تشکیل می‌شود. در حین سنگ‌زدن فولاد کم‌کربن، جرقه‌های زرد درخشان ایجاد می‌شود. فولاد کم‌کربن را می‌توان به آسانی سوهان زد، آهنگری کرد، با پرس شکل داد، لحیمکاری و جوشکاری کرد. فولاد کم‌کربن کاربردهای بسیار متنوعی دارد: از کارهای سازه‌ای و ساختمانی، ساخت بدنهٔ اتومبیل و تولید لوله گرفته تا ساخت پرچ، پیچ‌مهره، مهره، سیم، میخ و پیچ.

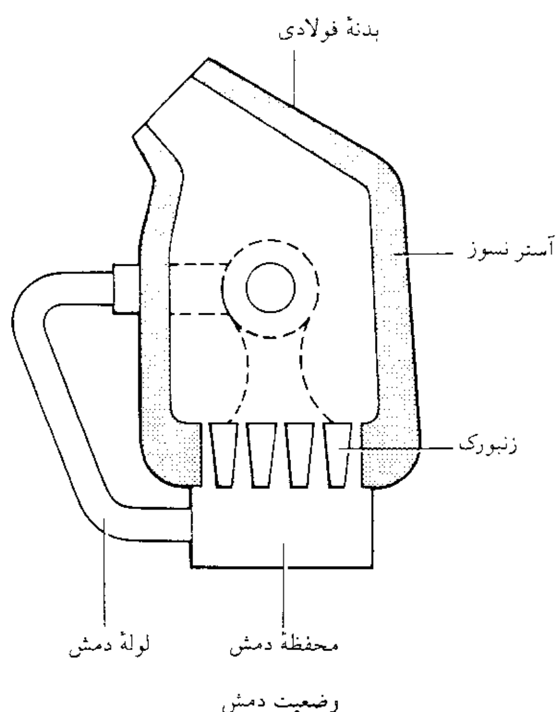
چدن خام مهمترین مادهٔ اولیه‌ای است که در تولید فولاد کم‌کربن مصرف می‌شود. در فرایند تولید فولاد کم‌کربن، ناخالصیهایی مانند سیلیسیم، منگنز، گوگرد، فسفر و منیزیم را از چدن خام جدا می‌کنند. کربن کاملاً حذف نمی‌شود، اما مقدار آن را به کمتر از ۳ر۰ درصد کاهش می‌دهند.

کنورتر بسمر

در اوایل دوران تولید فولاد، حذف ناخالصیهای چدن خام مشکل بزرگی بود. در سال ۱۸۵۶، سِرهنری بسمر فرایند بسمر را ابداع کرد که در آن هوایی که به چدن مذاب دمیده می‌شد، بخش عمدهٔ ناخالصیها را اکسید می‌کرد؛ بدین ترتیب پیشرفت مهمی حاصل شد.

کنورتر، که در شکل ۲ـ۵ نشان داده شده است، از صفحه‌های فولادی ضخیم ساخته می‌شود. کنورتر روی یاتاقانهای افقی توخالی سوار است و می‌تواند روی این یاتاقانها حرکت گهواره‌ای انجام دهد. لوله‌ای برای دمش هوا به کف کنورتر متصل است. جدار داخلی کنورتر را با مواد دیرگداز **بازی** یا **اسیدی** پوشش می‌دهند تا سرباره‌های، به ترتیب، بازی و اسیدی تشکیل دهند. برای ساخت آستر نسوز بازی، دولومیت را با قطران مخلوط می‌کنند و آجر می‌سازند؛ این آجرها را روی سطح داخلی کنورتر نصب می‌کنند. این نوع آستر نسوز می‌تواند همهٔ ناخالصیها، از





شکل ۲ـ۵ کنورتر بسمر.

جمله گوگرد و فسفر، را حذف کند؛ مجموعهٔ این ناخالصیها و آستر بازی، اکسیدهای بازی (یعنی سرباره‌های بازی) را تشکیل می‌دهند. برای ساخت آستر نسوز اسیدی از مواد دیرگداز سیلیسی استفاده می‌کنند که همهٔ ناخالصیها، غیر از گوگرد و فسفر، را حذف می‌کند.

فولاد را به ترتیب زیر تولید می‌کنند. ابتدا کنورتر را پایین می‌آورند و مقدار معینی چدن خام مذاب و آهک در آن می‌ریزند. جریان هوای شدیدی را به داخل کنورتر می‌دمند تا مانع ورود بار به زنبورکها شوند. در مرحلهٔ **دمش** یا **جوشش**، که شامل غلیان شدید مذاب در کنورتر است، هوا کربن و سایر ناخالصیها را می‌سوزانند و همین فرایند سبب غلیان مذاب می‌شود. وقتی سوختن کربن پایان یافت، فسفر و ناخالصیهای دیگر می‌سوزند و دودی به رنگ قهوه‌ای تیره تولید می‌کنند که جایگزین شعلهٔ شدیدی است که در مرحلهٔ دمش مشاهده می‌شد. این مرحله را **پس‌دمش** می‌نامند.

چون همهٔ کربن چدن می‌سوزد و اکسید و گاز تشکیل می‌دهد، مقدار معینی فرومنگنز، که آلیاژی از آهن، منگنز و کربن است، به مذاب می‌افزایند. مقدار کربن به نوع فولاد مورد نظر بستگی دارد. این فرایند را **آرام‌سازی** می‌نامند.

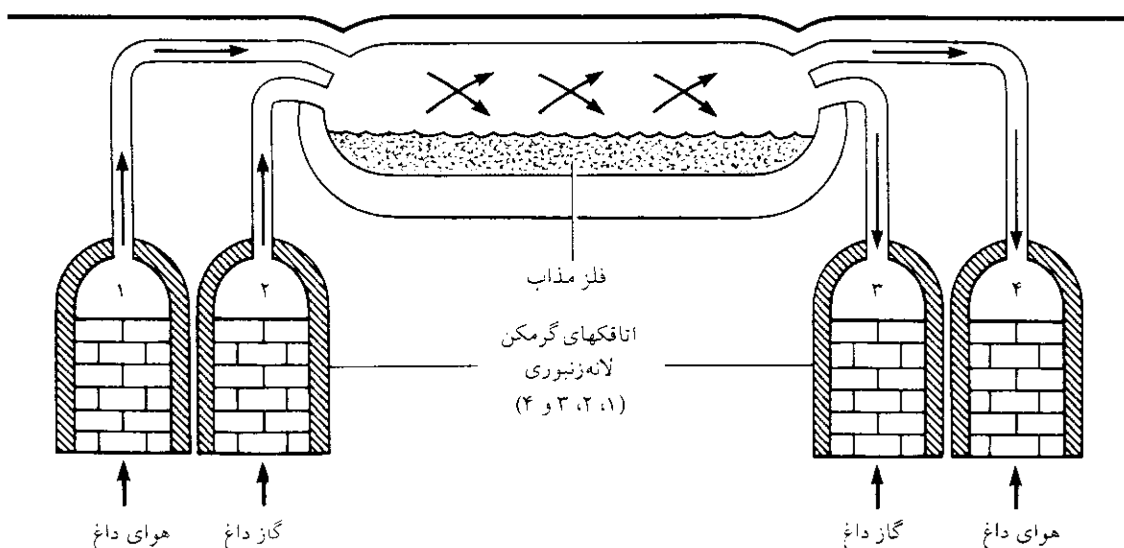
پس از پایان فرایندهای بالا، فولاد مذاب را در پاتیل می‌ریزند تا به واحد شمش‌ریزی منتقل شود. در واحد شمش‌ریزی فولاد را در قالب می‌ریزند تا به شکل شمش منجمد شود. شمشها را در کورهٔ **همدماساز** قرار می‌دهند تا برای انجام سایر عملیات فراوری گرم بمانند. به جای این عملیات می‌توان فولاد مذاب را مستقیماً به ماشین ریخته‌گری پیوسته منتقل کرد تا آن را به صورت شمشال، تختال یا شمشه ریخته‌گری کند.

فرایند بسمر کم‌هزینه و سریع است: فقط درحدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد. اما کنورتر بسمر در فولادسازی مدرن دیگر جایی ندارد.

کورهٔ اجاق باز

در سال ۱۸۶۵، سِر ویلیام زیمنس، کورهٔ اجاق باز را ابداع کرد تا بتوان، در مقایسه با کنورتر بسمر، هربار مقادیر بیشتری فولاد تولید کرد. اما این فرایند به آهستگی انجام می‌شود: ۱۰ تا ۱۴ ساعت در مقایسه با ۲۰ دقیقه برای کنورتر بسمر.

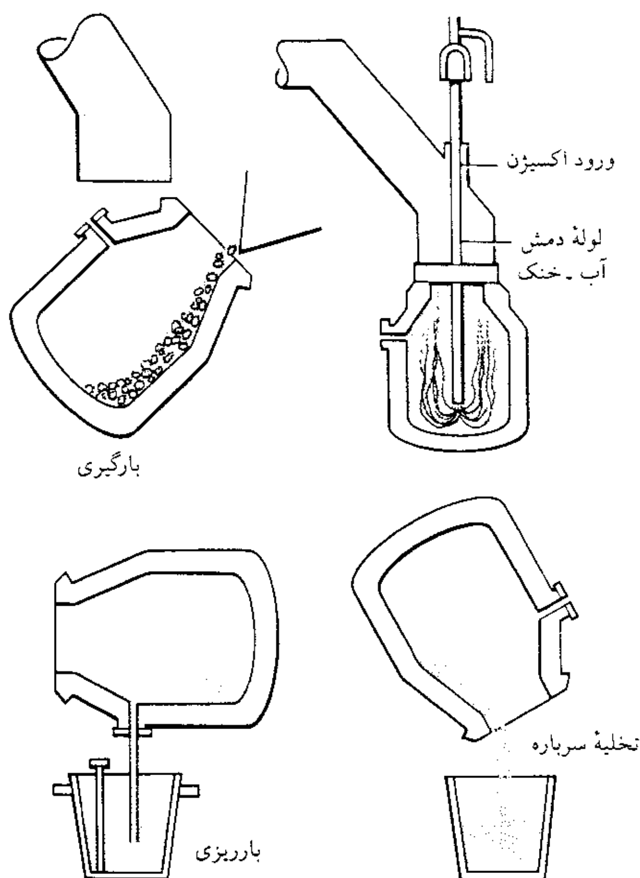
کورهٔ اجاق باز از محفظهٔ وسیع و کم‌عمقی تشکیل می‌شود که آستر اسیدی یا بازی دارد. این کوره به دو مجموعه اتاقک پیش‌گرم‌کن مجهز است که داخل آنها به صورت لانه‌زنبوری آجرچینی شده است (شکل ۲-۶). هوا و گاز داغ شده بر اثر عبور از یک مجموعه از این اتاقکها وارد کوره می‌شود، و پس از عبور از روی بار، به مجموعهٔ دوم



شکل ۲-۶ کورهٔ اجاق باز.

اتاقکهای پیش‌گرم‌کن می‌رسد و آنها را گرم می‌کند. جهت جریان تقریباً هر ۲۰ دقیقه یکبار عوض می‌شود. تغییر متناوب جریان گاز و هوای داغ را **باززایی** می‌نامند.

در هنگام استفاده از کورهٔ اجاق باز برای تولید فولاد، فرایندهای زیر در آن انجام می‌شود. بار این کوره از چدن خام، قراضه، پوستهٔ حاصل از نوردکاری و آهک تشکیل می‌شود که با ناخالصیهای دیگر ترکیب می‌شود و سرباره تشکیل می‌دهد. مخلوط هوا و گاز از روی بار کوره عبور می‌کند و روی اجاق کوره می‌سوزد و شعله به سمت بار هدایت می‌شود. فلز همواره در دمایی بسیار بالا نگه داشته می‌شود. در فواصل زمانی معین، از مذاب نمونه‌برداری می‌کنند تا ترکیب شیمیایی آن، در آزمایشگاه، تعیین شود. این کار را تا زمانی ادامه می‌دهند که ترکیب شیمیایی مطلوب حاصل شود. ماده‌ای اکسیدزدا، مانند فروسیلیس یا فرومنگنز به بار کوره اضافه می‌کنند تا اکسیژن موجود در آن را حذف کند و کربن را به میزان مطلوب برساند. سرانجام فولاد مذاب را در پاتیل تخلیه می‌کنند و آن را به کارگاه شمش‌ریزی یا ریخته‌گری پیوسته انتقال می‌دهند.



شکل ۲ـ۷ کنورتر اکسیژنی.

کنورتر اکسیژنی بازی

کنورتر اکسیژنی یکی از دو کورهٔ اصلی متداول برای فولادسازی در صنایع مدرن است. دیگری کورهٔ قوس الکتریکی است.

این نوع کوره هربار تا ۳۵۰ تن فولاد تولید می‌کند و تولید این مقدار فولاد در حدود ۴۵۰ دقیقه یا کمتر طول می‌کشد. این کوره شبیه کنورتر بسمر است (شکل ۲ـ۷)، اما برای تولید فولاد، به جای هوا، اکسیژن مصرف می‌کند.

برای بارگیری، کنورتر را کج می‌کنند و داخل آن قراضه و چدن خام مذاب (در حدود ۷۵ درصد کل بار) می‌ریزند. سپس کنورتر را به حالت قائم برمی‌گردانند و لولهٔ دمش را، که با آب خنک می‌شود، از بالا وارد آن می‌کنند؛ اکسیژن که با فشار بسیار زیاد، از طریق این لوله، به مذاب دمیده می‌شود، با کربن و سایر عناصر نامطلوب موجود در بار ترکیب می‌شود تا ناخالصیها را حذف کند. آهک را در مرحلهٔ «دمش» به بار اضافه می‌کنند تا با ناخالصیها ترکیب شود و سرباره تشکیل دهد. پیش از تخلیهٔ فولاد مذاب در پاتیل، مواد آلیاژی را به آن اضافه می‌کنند، سپس کنورتر را کاملاً سروته می‌کنند تا سرباره از آن خارج شود.

کوره‌های برقی

با استفاده از کوره‌های برقی، آثار زیانبار ناشی از تشکیل اکسیدهای مختلف در نتیجهٔ سوختن کک یا گاز در کورهٔ اجاق باز و کنورتر بسمر برطرف شد. در این نوع کوره می‌توان فولاد کربنی و فولاد آلیاژی بسیار مرغوب برای ساخت ابزار تولید کرد. معمولاً از دو نوع کورهٔ برقی استفاده می‌شود که عبارت‌اند از **کورهٔ قوس الکتریکی** و **کورهٔ القایی فرکانس‌بالا**.

کورهٔ قوس الکتریکی

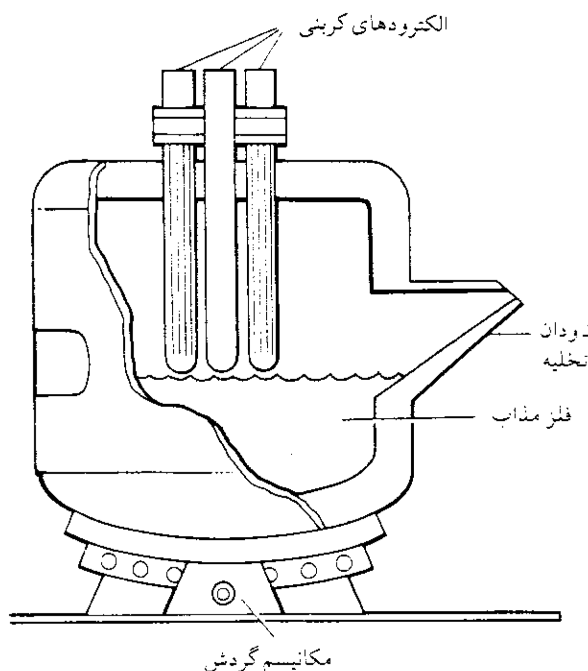
کورهٔ قوس الکتریکی، ابتدا برای تولید فولاد مخصوص مرغوب ابداع شد. اما امروزه از این نوع کوره برای تولید فولادهای آلیاژی، زنگ‌نزن، کربنی و کم‌آلیاژ نیز استفاده می‌شود. این فرایند پرهزینه است زیرا خیلی برق مصرف می‌کند، اما در این نوع کوره، کنترل دقیق ترکیب شیمیایی نهایی فولاد امکان‌پذیر است. امروزه در کوره‌های قوس الکتریکی می‌توان در مدتی کمتر از ۹۰ دقیقه، تا ۱۵۰ تن فولاد تولید کرد.

این کوره (شکل ۲ـ۸) از یک محفظهٔ گِرد با درِ متحرک تشکیل می‌شود. بدنهٔ این کوره فولادی است و سطح داخلی آن را با مواد نسوز می‌پوشانند. کورهٔ قوسی سه الکترود کربنی /گرافیتی دارد که با ایجاد قوس بین خود، گرما تولید می‌کنند. کل کوره روی مکانیسمی قرار دارد که خم می‌شود و به کمک آن می‌توان کوره را بارگیری و تخلیه کرد.

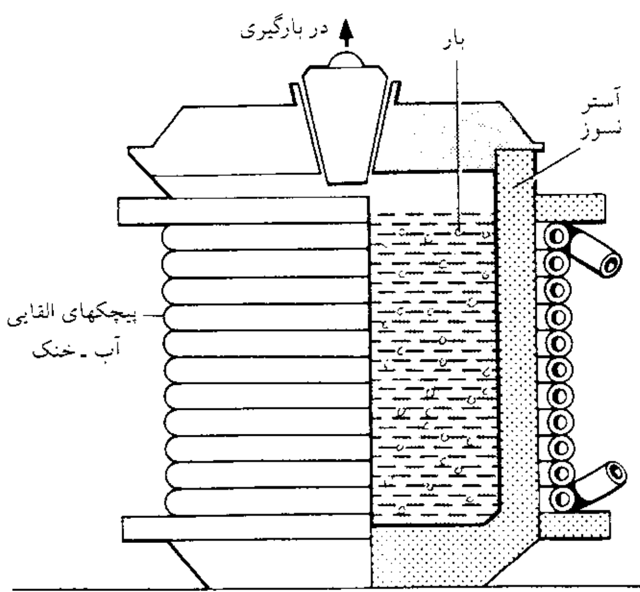
بارکورهٔ قوسی از آهن قراضه یا فولاد مرغوب کورهٔ اجاق باز (برای تولید فولاد ابزار) تشکیل می‌شود. پس از بارگیری کوره، آن را به وضعیت عمودی برمی‌گردانند و درِ کوره سرجای خود قرار می‌گیرد. سپس الکترودها، که به طور خودکار کنترل می‌شوند، پایین می‌آیند و با نزدیک شدن آنها به بار کوره، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. گرمای حاصل از این قوس آهن قراضه را ذوب می‌کند. سپس سنگ آهک و فلدسپار به کوره اضافه می‌کنند تا به صورت گدازآور عمل کنند؛ گاهی اکسیژن نیز به داخل مذاب می‌دمند. ناخالصیهای موجود در بار، سرباره‌ای مذاب تشکیل می‌دهند؛ کوره را کج می‌کنند تا این سرباره تخلیه شود. در فواصل زمانی معین از بار کوره نمونه‌برداری می‌کنند تا ترکیب شیمیایی آن را تعیین کنند. وقتی مذاب به ترکیب شیمیایی موردنظر رسید، کوره را کج می‌کنند و فولاد مذاب را در پاتیل تخلیه و به محل ریخته‌گری منتقل می‌کنند.

کورهٔ القایی فرکانس‌بالا

با استفاده از این نوع کوره می‌توان فولاد پرکربن، فولاد زنگ‌نزن، فولاد تندبر و فولادهای آلیاژی دیگر تولید کرد. این کوره (شکل ۲ـ۹) از کورهٔ قوسی کوچکتر است، و ظرفیت آن معمولاً به ۱ تن محدود می‌شود. این کوره از بوته‌ای تشکیل می‌شود که آستری دیرگداز دارد که پیچک (کویل) مسی آبگردی آن را احاطه کرده است؛ از این پیچک جریان متناوب می‌گذرد.



شکل ۲ـ۸ کورهٔ قوس الکتریکی.



شکل ۲ـ۹ کورهٔ القایی فرکانس‌بالا.

بار این‌کوره فولاد قراضهٔ به‌دقت توزین شده و عنصرهای آلیاژی خاص، برای تولید فولادهای آلیاژی است. از پیچک جریان متناوب می‌گذرد. میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف پیچک، **جریانهای گردابی** نیرومندی در بار کوره القا می‌کند؛ بار کوره در برابر این جریانهای گردابی از خود مقاومت نشان می‌دهد و به اندازه‌ای گرما تولید می‌کند که بار ذوب می‌شود. جریانهای گردابی سبب می‌شوند بار در کوره گردش کند و در نتیجه اکسیدزدایی به طور کامل انجام شود و محصولی سالم به دست آید. وقتی تجزیهٔ نمونه‌ها نشان داد که مقدار کربن به سطح مطلوب رسیده است، فولاد را در پاتیل تخلیه می‌کنند تا به محل ریخته‌گری انتقال یابد.

خواص فلزات

درک خواص فلزات ضرورت دارد زیرا انتخاب و کاربرد فلزات عمدتاً تابع همین خواص است. دسته‌بندی اصلی خواص فلزات در جدول ۲ـ۱ ارائه شده است.

این خواص عبارت‌اند از:

رنگ: رنگ به شناسایی فلزات کمک می‌کند و سبب می‌شود که پس از صیقل‌کاری، جلوهٔ ظاهری بهتری داشته باشند. رنگ فلزات در فلزکوبی و جواهرسازی نیز به کار می‌آید.

گدازپذیری: این همان مشخصه‌ای است که سبب می‌شود فلزات، در نتیجهٔ گرم‌شدن، ذوب شوند. گدازپذیری فلزات هنگامی اهمیت می‌یابد که ریخته‌گری فلز موردنظر باشد.

رسانندگی: سهولت عبور گرما یا الکتریسیته از فلزات است. مس و آلومینیم رساناهای خوبی هستند.

جدول ۲ـ۱ دسته‌بندی خواص فلزات

خواص	شرح	مثال
فیزیکی	مربوط به جسم فلز	وزن، گدازپذیری
شیمیایی	توانایی مقاومت در برابر خوردگی و آثار آلیاژسازی	
مکانیکی	آثار نیروهای خارجی روی فلزات	فشردگی، استحکام

سختی: توانایی فلز برای مقاومت در برابر خراشیدگی و سایش است. سنبه‌نشان و مته باید سخت باشند.

شکلپذیری: قابلیت فلز است برای کشیده شدن در حالت سرد، بدون اینکه گسیخته شود. این خاصیت برای کشش سیم و لوله ضروری است.

شکنندگی: خاصیت نامطلوبی است که بر اثر آن فلز، بدون نشانهٔ قبلی، گسیخته می‌شود. نقطهٔ مقابل چقرمگی است. به عنوان نمونه‌ای از قطعات شکننده می‌توان از بدنهٔ گیره‌های رومیزی نام برد.

چقرمگی: این خاصیت به فلز امکان می‌دهد که خم شود یا بپیچد و در برابر ضربه مقاومت کند و گسیخته نشود.

چکش‌خواری: فلزات چکش‌خوار را می‌توان چکش‌کاری، نورد یا روزن‌رانی(اکستروژن) کرد، بدون اینکه گسیخته شوند. طلا و آلومینیم نمونه‌هایی از فلزات چکش‌خوارند.

استحکام کششی: استحکام کششی نهایی فلز است.

کشسانی: قابلیت فلز است برای بازیافتن شکل یا اندازهٔ اولیهٔ خود پس از کشیده شدن، فشرده شدن یا تغییر شکل یافتن. به عنوان نمونه می‌توان از فنر نام برد.

خاصیت مغناطیسی: خاصیتی است که سبب می‌شود فلز به صورت آهنربا عمل کند و آهن را جذب یا دفع کند.

چگالی نسبی: نسبت چگالی ماده به چگالی آب است؛ قبلاً آن را وزن مخصوص می‌نامیدند.

انبساط و انقباض: اغلب فلزات بر اثر گرما منبسط و بر اثر سرما منقبض می‌شوند.

دسته‌بندی فولادهای کربنی

فولاد از آهن و کربن، به نسبتهای مختلف، تشکیل می‌شود.

مقدار کربن فولاد، از مقادیر ناچیز تا حدود ۱٫۵ درصد تغییر می‌کند و حاصل این تغییر، تولید فولادهای نرم، شکلپذیر و بسیار سخت است. بنابراین فولادها را می‌توان بر اساس مقدار کربن آنها، مطابق جدول ۲ـ۲، دسته‌بندی کرد.

جدول ۲ـ۲ دسته‌بندی فولادهای کربنی

ماده	مقدار کربن (٪)	خواص	شکل قابل تهیه	کاربردها
فولاد بسیار کم‌کربن	۰ ـ ۱۸ر۰	نرم، شکل‌پذیر و چکش‌خوار، اما ضعیف. ترک نمی‌خورد	مفتول، میله و ورق	پرسکاری عمیق، ساخت بدنهٔ اتومبیل
فولاد کم‌کربن	۲۵ر۰ ـ ۳ر۰	از همهٔ فولادها متداولتر است. به آسانی ماشینکاری می‌شود. قابل ریخته‌گری، آهنگری و جوشکاری است. در هوا زنگ می‌زند.	مفتول، میله، سیم، ورق و مقاطع مختلف (مانند سپری، نبشی)	در ساخت سازه‌ها و مصارف عمومی کارگاهی
فولاد متوسط کربن	۴ر۰ ـ ۶ر۰	به آسانی ماشینکاری می‌شود. می‌توان آن را آهنگری و جوشکاری کرد. وقتی درست عملیات حرارتی شود، سخت، شکلپذیر و محکم است.	مفتول، میله، مقاطع تخت	سر چکش، بدنهٔ گیره‌های فولادی ساخته شده از طریق آهنگری، قالب پرچ، ابزارهای کشاورزی.
فولاد پرکربن	۷ر۰ ـ ۴ر۱	شکلپذیری آن کمتر است، ولی سخت و محکم است. می‌توان روی آن عملیات حرارتی انجام داد. به خوبی ماشینکاری می‌شود. قابل جوشکاری است. اگر ۱ر۰٪ یا بیشتر کربن داشته باشد، فولاد «ریختگی» یا «ابزار» است.	معمولاً به صورت میله‌های کوتاه با مقاطع مختلف (گرد، چهارگوش، شش گوش، هشت گوش) موجود است.	مناسب برای ساخت همه نوع ابزار برش، به شرح زیر: ۷ر۰ درصد کربن ـ قلم سردبُر، سنبه. ۹ر۰ درصد کربن ـ ابزارهای تراشکاری، تیغه‌فرز، تیغه‌اره ۰ر۱ درصد کربن ـ مته، قلاویز، حدیده ۲ر۱ درصد کربن ـ اسکنه، تیغ رنده ۳ر۱ درصدکربن ـ سوهان، شابر، بلبرینگ

مقاطع تجاری فولادی

پس از تولید فولاد، آن را به بازار عرضه می‌کنند تا به مصارف مختلف برسد. برای عرضهٔ فولاد به بازار، باید آن را به شکل مناسب درآورد. شکلهای مناسب عبارت‌اند از میله، مفتول، لوله، ورق، صفحه و تسمه.

در آهنگری فولاد را، با پتک‌کاری یا پرسکاری، به صورت قطعات مختلف، مثلاً اکسل اتومبیل، شکل می‌دهند. برای تولید **میله، مفتول** یا **لوله**، فولاد مذاب یا شمش گداخته را نورد می‌کنند تا ابتدا به **شمشه** و سپس به **شمشال** تبدیل شود. برای تولید **ورق، صفحه** و **تسمه**، **تختال** را نورد می‌کنند تا به مقاطع مناسب تبدیل شود. مقاطع تولید شده را به طولهای معین برش می‌دهند (تسمه و صفحه) یا به صورت رول می‌پیچند (ورق).

وقتی فولاد گداخته را نورد، پرسکاری یا آهنگری می‌کنند، روی سطح آن پوسته‌های اکسیدی تشکیل می‌شود؛ پس از سرد شدن قطعات تولیدی، همین پوستهٔ اکسیدی سطح آنها را سیاه می‌کند و این محصولات را با صفت سیاه می‌شناسند، مانند **ورق سیاه** یا **لولهٔ سیاه**. برای تولید محصولات سفید، پیش از نوردکاری نهایی، باید آنها را با اسید سولفوریک رقیق شست، آبکشی کرد و روغن زد.

فولادهای آلیاژی

به فولادهای کربنی ساده عنصرهای آلیاژی اضافه می‌کنند تا خواص آنها بهبود یابد. معمولاً از عنصرهای نیکل، کروم، مولیبدن، تنگستن، وانادیم، منگنز و کبالت به این منظور استفاده می‌کنند.

فولاد نیکل‌دار با اضافه‌کردن مقادیر مختلف نیکل به فولاد کربنی ساده با ۴ر۰ درصد کربن، تولید می‌شود. در نتیجهٔ این عمل سختی و استحکام فولاد افزایش می‌یابد. این نوع فولاد در برابر خوردگی مقاوم است و زیاد در

معرض انبساط گرمایی نیست. از فولادهای نیکل‌دار برای ساخت میل‌لنگ، شاتون، پره‌های توربین بخار، سوپاپ‌های موتور احتراق داخلی و ابزارهای اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

کروم را به فولادهای کربنی ساده اضافه می‌کنند تا سختی آنها افزایش یابد. از فولادهای کروم‌دار برای ساختن بلبرینگ و کارد و چنگال استفاده می‌شود. در فولادهای نیکل ـ کروم از خواص هر دو عنصر استفاده می‌شود. این نوع فولاد برای ساخت محورها و پیچ‌مهره‌های پراستحکام به کار می‌رود.

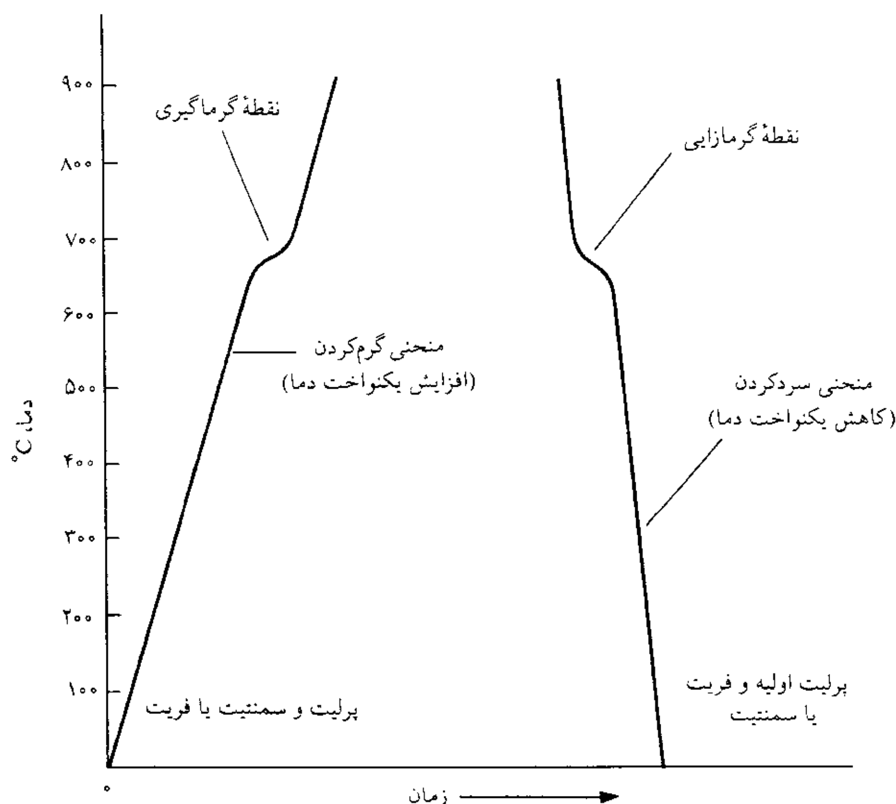
مولیبدن استحکام، کشسانی و قابلیت ماشینکاری فولاد را افزایش می‌دهد. از فولاد مولیبدن‌دار برای ساخت موتور هواپیما استفاده می‌شود. تنگستن سختی را افزایش می‌دهد؛ فولاد تنگستن‌دار برای ساخت نوک قلم تراشکاری، تیغه‌اره، تیغه‌فرز و مته به کار می‌رود. وانادیم را به فولاد اضافه می‌کنند تا چقرمگی و استحکام آن افزایش یابد. فولاد وانادیم‌دار در برابر سایش مقاوم است و در ساخت میل‌لنگ از آن استفاده می‌شود. منگنز استحکام و مقاومت در برابر سایش را افزایش می‌دهد. از فولاد منگنزدار در ساخت چرخدنده و سوزن راه‌آهن استفاده می‌شود. کبالت چقرمگی و استحکام فولاد را افزایش می‌دهد و به حفظ خاصیت مغناطیسی در آن کمک می‌کند. از فولاد کبالت‌دار در ساخت ابزارهای برش استفاده می‌کنند.

عملیات حرارتی فولاد کربنی ساده

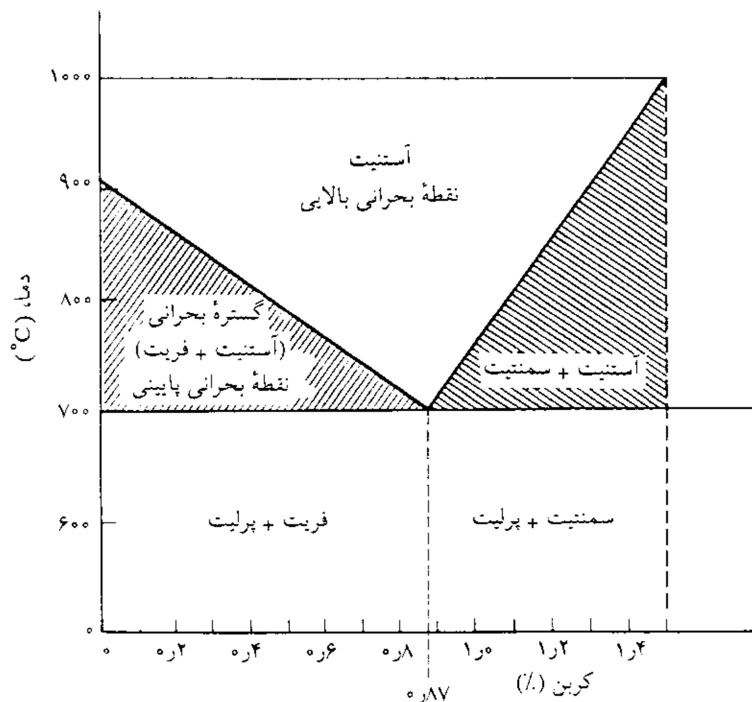
عملیات حرارتی فولاد کربنی ساده عبارت است از گرم کردن فولاد تا دمای مطلوب و سپس سرد کردن آن با آهنگ مناسب (شکل ۲ـ۱۰).

این فرایند کمک می‌کند تا:

۱. فولاد نرم شود؛
۲. فولاد سخت شود؛
۳. تنشهای داخلی آن حذف شوند و فولاد چقرمه شود؛
۴. سطح آن سخت شود.



شکل ۲ـ۱۰ منحنیهای گرم کردن و سرد کردن فولاد.



شکل ۲-۱۱ نمودار عملیات حرارتی فولاد کربنی.

روی ابزارها باید عملیات‌حرارتی انجام‌داد تا خواص مورد نیاز در آنها ایجاد شود. فولاد را باید در دماهای‌معینی تحت عملیات حرارتی قرار داد؛ دماهایی که در آنها، در هنگام گرم شدن و سرد شدن فولاد، تغییراتی در آن پدید می‌آید (شکل ۲-۱۱).

رفتار فولاد در هنگام گرم و سرد شدن

گرم کردن

وقتی فولاد را گرم می‌کنند، ساختار آن تغییر نمی‌کند تا اینکه دمایش به دمای بحرانی پایینی (در حدود 700°C) برسد (شکلهای ۲-۱۰ و ۲-۱۱). دما باید به طور یکنواخت افزایش یابد. فولادهایی که تا ۰٫۸۷ درصد کربن دارند از فریت و پرلیت تشکیل می‌شوند؛ فولادهایی که بیشتر از ۰٫۸۷ درصد کربن دارند از سمنتیت و پرلیت تشکیل می‌شوند.

در فاصلهٔ دماهای بالایی و پایینی، ساختار فولاد تغییر می‌کند، زیرا کربن با آهن **محلول جامد** تشکیل می‌دهد. برای انجام این‌تحول گرما لازم است، در نتیجه در این ناحیه منحنی دما - زمان (شکل ۲-۱۰)، ناپیوستگی پیدا می‌کند. این نقطه را، نقطهٔ **نهان گرماگیری** می‌نامند و همان دمای بحرانی پایینی است. در دمای بحرانی بالایی (حدود 900°C)، آستنیت تشکیل می‌شود. آستنیت محلول جامد کربن و آهن است؛ آستنیت ماده‌ای سخت و غیرمغناطیسی است.

سرد کردن

وقتی فولاد به آهستگی سرد شود، بسته به مقدار کربن آن، آستنیت به پرلیت و فریت یا سمنتیت تجزیه می‌شود. نقطهٔ **نهان گرمادهی**، که همان دمای بحرانی پایینی است، جایی است که در آن منحنی سرد کردن ناپیوستگی پیدا می‌کند. با **آب دادن** (سرد کردن سریع) فولاد در روغن یا آب، می‌توان سرعت سرد کردن را افزایش داد. در این حالت، مارتنزیت تشکیل می‌شود (که آستنیت و مقدار زیادی فریت یا سمنتیت است). فولادهایی که به این ترتیب سرد شوند سخت‌ترند (سختی آنها به مقدار کربن بستگی دارد).

فرایندهای عملیات حرارتی

عملیات حرارتی فولادهای کربنی معمولاً شامل تابکاری، یکنواخت‌سازی، سخت‌سازی و بازپخت است.

تابکاری

وقتی فولاد را تابکاری می‌کنیم نرم می‌شود. معمولاً فولادهای کم‌کربن را تابکاری می‌کنند. فولادهای تابکاری شده به آسانی ماشینکاری می‌شوند، زیرا تنشهای ناشی از سردکاری از آنها حذف شده است. فرایند تابکاری شامل گرم کردن فلز تا بالای دمای بحرانی بالایی (شکل ۲ـ۱۱) و سرد کردن آهستهٔ آن در کوره یا در میان ماسه است. سرد شدن آهسته به فولاد امکان می‌دهد که کیفیت اولیهٔ خود را حفظ کند. ساختار حاصل از تابکاری، بسته به مقدار کربن، از پرلیت مخلوط با سمنتیت یا فریت تشکیل می‌شود که ساختاری درشت است. این فرایند برای فولاد آهنگری شده و ابزارهایی که پس از گرمکاری باید روی آنها ماشینکاری انجام داد، مناسب است.

یکنواخت‌سازی

از این فرایند نیز، مانند تابکاری، برای نرم کردن فولاد استفاده می‌شود. به کمک این فرایند می‌توان فولادهای کم‌کربن را به شرایط اولیهٔ آنها برگرداند. این فرایند شبیه تابکاری است، اما آهنگ سرد کردن در آن بالاتر است. فولاد را گرم می‌کنند تا به رنگ سرخ آلبالویی درآید؛ سپس آن را در هوای ساکن سرد می‌کنند. در این شرایط کربن فرصت کافی برای پخش شدن کامل در فلز را ندارد و، در نتیجه، ساختار بلوری فولاد یکنواخت شده، ظریفتر است. سختی فولاد یکنواخت شده از سختی فولاد تابکاری شده، اندکی بیشتر و شکلپذیری آن کمتر است. از فرایند یکنواخت‌سازی برای تولید ساختار دانه‌ای یکنواخت و حذف تنشهای داخلی ناشی از نوردکاری و ریخته‌گری استفاده می‌شود.

سخت‌سازی

فولادهای پرکربن (۰٫۸ تا ۱٫۵ درصد) را تا دمایی بین ۷۰۰ و ۹۰۰°C (یعنی درست بالاتر از دمای بحرانی پایینی) گرم می‌کنند. در نتیجه ساختار فولاد به آستنیت تبدیل می‌شود؛ وقتی این فولاد را آب بدهند، آستنیت به ساختاری سخت و شکننده به نام مارتنزیت تبدیل می‌شود.

پس از گرم کردن، فولاد را در آب نمک (محلول ۱۰ درصد کلرید سدیم)، روغن یا آب، آب می‌دهند. در نتیجه گرمای خود را به سرعت از دست می‌دهد و خواص مورد نظر در آن ایجاد می‌شود. فولاد آب داده پراستحکام و شکننده است، می‌تواند فلزات را بتراشد و در برابر سایش مقاومت کند. از فولادهای سخت شده برای ساخت ابزار و سطوح مقاوم در برابر سایش، محورها و ابزارهای آچزنی استفاده می‌کنند.

سخت‌سازی سطحی

با افزودن کربن به سطح فولاد نرم و سپس آب دادن، می‌توان پوسته‌ای سخت در سطح آن ایجاد کرد. قطعاتی که باید سخت‌سازی سطحی شوند در یک سینی فولادی چیده می‌شوند و پودری غنی از کربن را روی آنها می‌پاشند. سپس آنها را گرما می‌دهند تا به رنگ سرخ آلبالویی درآیند؛ فولاد کربن را به خود جذب می‌کند. عمق نفوذ کربن در فولاد به زمان نگهداری قطعات در دمای مناسب بستگی دارد. این فرایند برای قطعاتی مناسب است که باید در برابر سایش مقاوم باشند و در عین حال مغز نرمی داشته باشند که بتواند در برابر ضربه پایداری کند؛ به عنوان مثال می‌توان از آچارها، گونیای جناغی و قلم‌گیر نام برد.

بازپخت

معمولاً پس از سخت‌سازی فولاد، آن را بازپخت می‌کنند تا شکنندگی آن کاهش و چقرمگی آن افزایش یابد. در کارگاه می‌توان از تغییر رنگ قطعات در حین گرم شدن، به عنوان راهنما استفاده کرد. فولاد سخت شده را صیقل می‌زنند، به طوری که بتوان تغییر رنگ آن را مشاهده کرد. سپس آن را گرم می‌کنند تا به رنگ بازپخت موردنظر برسد؛ بعد آن را آب می‌دهند. از فرایند بازپخت برای کاهش شکنندگی قلم، سر چکش، مته و غیره استفاده می‌کنند. در جدول ۲ـ۳ رنگهای بازپخت و بعضی از ابزارها و قطعاتی که بازپخت می‌شوند آمده است.

جدول ۲ـ۳ جدول بازپخت

کاربرد	رنگ بازپخت	دما (°C)
شابر، قلم تراشکاری	کاهی روشن	۲۳۰
مته و برقو، تیغه‌فرز	کاهی تیره	۲۴۰
قلاویز و حدیده، تیغهٔ گیوتین	قهوه‌ای	۲۵۰
تیغ‌رنده، اسکنه، قلم سردبر	ارغوانی مایل به قهوه‌ای	۲۶۰
برقوی تخت، اسکنه	ارغوانی	۲۷۰
آچار، فنر، پیچ‌گوشتی، چاقو	آبی	۳۰۰

■ مرور مطالب این فصل

● مادهٔ اولیهٔ اصلی برای تولید چدن خام، که خود مادهٔ اولیهٔ اصلی برای ساخت فولاد به شمار می‌رود، سنگ آهن است. انواع متداول سنگ آهن عبارت‌اند از هماتیت، منیتیت و لیمونیت.

● چدن خام را در کوره بلند تولید می‌کنند. مواد دیگر در کوره‌های زیر تولید می‌شوند: کورهٔ پودلاژ (آهن ورزیده)؛ کورهٔ کوپل (چدن ریخته‌گری)؛ کنورتر بسمر/کورهٔ اجاق باز (فولاد کم‌کربن)؛ کوره‌های برقی (فولاد ابزار و فولاد کربنی مرغوب).

● خواص مهم فلزات عبارت‌اند از رنگ، گدازپذیری، رسانندگی، سختی، شکل‌پذیری، شکنندگی، استحکام و چکش‌خواری که همهٔ آنها مزایا و معایب خاص خود را دارند.

● فولادها را معمولاً برحسب مقدار کربن آنها دسته‌بندی می‌کنند. اساساً فولاد کم‌کربن نرم است و فولادهای بسیار سخت مقدار زیادی کربن دارند.

● پیش از عرضهٔ فولاد به بازار، آن را به شکل مناسب درمی‌آورند.

● برای بهبود خواص فولادهای کربنی ساده، به آنها عنصرهای آلیاژی (مانند نیکل، کروم و منگنز) اضافه می‌کنند.

● با انجام عملیات حرارتی روی فلزات می‌توان آنها را نرم، سخت یا تنش‌گیری کرد؛ در عملیات حرارتی، فلز را تا دمای مورد نظر گرم و سپس با آهنگ مناسب سرد می‌کنند. انواع عملیات حرارتی عبارت‌اند از تابکاری (برای نرم‌کردن)، یکنواخت‌سازی، سخت‌سازی یا بازپخت (برای کاهش شکنندگی).

تمرین و پرسش

۱. منظور از فلزات آهنی و غیرآهنی چیست؟
۲. برای تولید چدن خام از چه کوره‌ای استفاده می‌شود؟
۳. مادهٔ اولیهٔ اصلی برای تولید فلزات آهنی کدام است؟
۴. چهارکانهٔ آهن را نام ببرید.
۵. چرا به بارکوره بلند سنگ آهک اضافه می‌کنند؟
٦. آهن ورزیده را چگونه تولید می‌کنند؟
۷. الف) روش تولید فولاد کم‌کربن، با استفاده از کنورتر بسمر یا کورهٔ اجاق باز را شرح دهید.
ب) مقطع کوره‌ای را که برای تولید فولاد کم‌کربن انتخاب می‌کنید، ترسیم کنید.
۸. چدنهای زیر را به اختصار توصیف کنید:
الف) چدن خاکستری
ب) چدن سفید
ج) چدن چکش‌خوار.
۹. خواص زیر را شرح دهید:
الف) سختی
ب) شکلپذیری
ج) شکنندگی
د) چکش‌خواری
۱۰. الف) تشکیل دهنده‌های اصلی فولاد را نام ببرید.
ب) مقدار کربن و کاربرد هریک از فولادهای زیر را بیان کنید: فولاد بسیار کم‌کربن؛ فولاد کم‌کربن؛ فولاد متوسط‌کربن؛ فولاد پرکربن.
۱۱. الف) دلیل اصلی شکل‌دادن یا تبدیل فولاد به مقاطع و شکلهای مناسب چیست؟
ب) تفاوت میله، صفحه، لوله، شمشه و شمشال را شرح دهید. شرح خود را با شکل تکمیل کنید.
۱۲. الف) چرا به فولاد کربنی ساده، عنصرهای آلیاژی اضافه می‌کنند؟

ب) اثر عنصرهای آلیاژی نیکل، کروم و تنگستن را شرح دهید.

۱۳. چهار دلیل برای انجام عملیات حرارتی روی فولادهای کربنی بیاورید.

۱۴. رفتار فولاد را، وقتی تا بالای دمای بحرانی پایینی گرم می‌شود، توصیف کنید.

۱۵. قطعه‌ای فولاد آهنگری شده در اختیار داریم. چه عملیاتی باید روی آن انجام دهیم تا نرم شود؟ عملیات حرارتی مورد استفاده را نام ببرید.

۳

فلزات غیرآهنی و پلاستیکها

مقدمه

فلزات غیرآهنی، برخلاف فلزات آهنی، آهن ندارند.

این فصل به بحث در مورد فلزات غیرآهنی و پلاستیکها اختصاص دارد. دو دستهٔ اصلی فلزات غیرآهنی عبارت‌اند از فلزاتی که به حالت خالص مصرف می‌شوند (مانند آلومینیم، سرب، روی و قلع) و آنهایی که از دو یا چند تا از فلزات بالا تشکیل می‌شوند، مانند برنز و برنج. بحث دیگر این فصل به پلاستیکها اختصاص یافته است.

انواع فلزات غیرآهنی

آلومینیم و آلیاژهای آن

آلومینیم را، به روش الکترولیز، از بوکسیت تولید می‌کنند. بوکسیت خرد شده را در محلول سود سوزآور گرم حل می‌کنند. ناخالصیهای محلول حاصل را با استفاده از فیلتر جدا می‌کنند و سرانجام آلومین بسیار خالص به دست می‌آورند. خلوص آلومینیم خالص بین ۹۹ و ۹۹٫۹۹ درصد و رنگ آن خاکستری روشن است.

آلومینیم خواصی به شرح زیر دارد:

۱. آلومینیم نرم، شکلپذیر و رسانای خوب گرما و الکتریسیته است.
۲. در برابر خوردگی مقاوم است.
۳. سبک است و وزن مخصوص آن به حدود $\frac{۱}{۳}$ وزن مخصوص فولاد می‌رسد.
۴. به آسانی می‌توان آن را آهنگری، ریخته‌گری، ماشینکاری و صیقلکاری کرد.
۵. به آسانی و در دمای حدود ۶۶۰°C ذوب می‌شود.

آلومینیم به شکل ورق، صفحه، تسمه، مفتول، لوله، سیم و پروفیل به بازار عرضه می‌شود. از آلومینیم برای ساخت اقلام مختلف مورد مصرف در خانه، مثلاً فویل برای بسته‌بندی مواد غذایی، یا سر بطری شیر استفاده می‌شود. آلومینیم به دلیل سبکی، برای ساخت قطعات هواپیما و بدنهٔ اتومبیل به کار می‌رود. در صنعت ساختمان، از این فلز برای ساختن در و پنجره و پوشش بام استفاده می‌شود.

وقتی آلومینیم را با عنصرهای دیگر آلیاژ می‌کنند، خواص مکانیکی آن، از قبیل سختی، قابلیت ماشینکاری و سیالیت بهبود می‌یابد. آلیاژهای ریختگی آلومینیم معمولاً ۸۸ درصد آلومینیم، ۱۰ درصد سیلیسیم و ۲ درصد عنصرهای دیگر دارند. از این آلیاژها برای ساخت قطعات ریختگی مختلفی مانند پوسته گیربکس، کارتر و سرسیلندر استفاده می‌شود. آلیاژهای نوردی یا آهنگری آلومینیم به صورت ورق، میله، تسمه، لوله و سیم عرضه می‌شوند. خواص مکانیکی آنها، در مقایسه با آلیاژهای ریختگی بهتر است و برای ساخت ظروف آشپزی، قطعات هواپیما و غیره به کار می‌روند.

مس و آلیاژهای آن

رنگ مس صورتی مایل به قهوه‌ای و نقطهٔ ذوب آن ۱۰۸۰°C است. از مس به صورت خالص و در ساخت آلیاژهایی مانند برنج استفاده می‌کنند. مس را با استفاده از کالکوپیریت ($CuFeS_2$)، کالکوسیت (Cu_2S)، بورنیت (Cu_3FeS_4) یا

مالاکیت ($Cu_2CO_3(OH)_2$)، در کورهٔ انعکاسی تولید می‌کنند.

اهمیت مس از خواص زیر ناشی می‌شود:

۱. رسانندگی الکتریکی و گرمایی آن بسیار بالاست.
۲. در برابر خوردگی مقاوم است.
۳. قابل آهنگری، ریخته‌گری و کشش به صورت لوله و سیم است.
۴. وقتی صیقل‌کاری شود ظاهر جذابی پیدا می‌کند.
۵. به آسانی با فلزات دیگر آلیاژ تشکیل می‌دهد.
۶. کار ـ سختی‌پذیر است (یعنی وقتی روی آن کار انجام دهند، سخت می‌شود)، اما در نتیجهٔ گرم کردن تا رسیدن به رنگ سرخ تیره و سپس سرد کردن در آب، تابکاری می‌شود.

مس در کارهای برقی، عمدتاً به صورت سیم، مصرف فراوانی دارد (۵۰ درصد مس تولید شده در جهان در این صنعت مصرف می‌شود).

سر هویه را از مس می‌سازند زیرا رسانندگی آن بالاست. از مس در ساخت پرچ، لوله، ظرف و نیز به صورت عنصر آلیاژی در فلزات دیگر استفاده می‌کنند. چنانکه گفته شد مس با فلزات دیگر به آسانی آلیاژ تشکیل می‌دهد و بنابراین برای ساخت انواع آلیاژ با پایهٔ مس به کار می‌رود.

برنج آلیاژ مس و روی، به نسبتهای مختلف، است که کمتر از ۵ یا ۶ درصد فلزات دیگر دارد. مقدار روی در برنج از ۲۰ تا ۴۵ درصد و رنگ آن از مسی تا زرد روشن تغییر می‌کند. برنج در دمایی حدود ۹۵۰ تا ۱۰۰۰°C ذوب می‌شود. انواع آن به شرح زیر است.

برنج طلایی یا طلای بدلی ۸۵ درصد مس و ۱۵ درصد روی دارد. به سبب رنگ طلایی، از آن زینت‌آلات بدلی ارزان‌قیمت می‌سازند. آن را می‌توان زردجوشکاری کرد یا لعاب داد. برنج طلایی چکش‌خوار و شکل‌پذیر است. **برنج زرد** ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی دارد. روی این آلیاژ می‌توان در هر دو حالت گرم یا سرد کارهای شکل دادن ساده انجام داد. از این آلیاژ برای پرسکاری گرم اتصالات لوله‌کشی آب نیز استفاده می‌شود. **برنج کشتی** آلیاژی با ۶۲ درصد مس، ۳۷ درصد روی و ۱ درصد قلع است. با اضافه‌کردن قلع، مقاومت آلیاژ در برابر خوردگی افزایش می‌یابد، اما شکلپذیری آن کمتر می‌شود. از این آلیاژ برای ساخت محور و چرخدنده، از طریق تراشکاری، استفاده می‌شود. **برنج فشنگ** ۷۰ درصد مس و ۳۰ درصد روی دارد. این آلیاژ بسیار شکلپذیر است و می‌توان کار سرد روی آن انجام داد. از این آلیاژ بیشتر برای ساخت پوستهٔ فشنگ و کاسه چراغ جلو اتومبیل استفاده می‌کنند. **برنج ساعت** از ۶۲ درصد مس، ۳۶ درصد روی و ۲ درصد سرب تشکیل می‌شود؛ این آلیاژ را به آسانی می‌توان منگنه‌کاری و روتراشی کرد. این نوع برنج برای ساخت یراق‌آلات به کار می‌رود.

برنز آلیاژ مس و قلع است، اما از این اصطلاح برای نامیدن سایر آلیاژهای مس با آلومینیم، فسفر و منگنز نیز استفاده می‌کنند. **فسفر برنز** ۸۹٫۵ درصد مس، ۱۰ درصد قلع و ۰٫۵ درصد فسفر دارد. رنگ آن قهوه‌ای مایل به سرخ است. از این آلیاژ برای ساخت ناقوس کلیسا، چرخدنده‌های حلزونی، چرخدنده‌های معمولی و یاتاقان استفاده می‌شود.

آلیاژ مس با آلومینیم ۹۲ درصد مس و ۸ درصد آلومینیم دارد. از این آلیاژ عمدتاً در کارهای دریایی و کارهای عمومی مهندسی استفاده می‌شود. این آلیاژ، که رنگی شبیه طلا دارد، چکش‌خوار است، خوب لحیمکاری می‌شود، خوب ریخته‌گری می‌شود و در هنگام ماشینکاری براده‌های آن خرد می‌شوند.

سایر فلزات غیرآهنی

سرب سنگینترین فلز متداول است و نقطهٔ ذوب پایینی دارد (۳۳۰°C). رنگ آن خاکستری مایل به آبی است. کانهٔ اصلی سرب **گالن** (سولفید سرب، PbS) است. گالن را در کورهٔ انعکاسی یا کورهٔ عمودی ذوب می‌کنند. سرب بسیار نرم است و به آسانی می‌توان آن را در قالب ریخت و به شکل دلخواه درآورد. سرب در برابر آب و بسیاری از اسیدها مقاوم است. از سرب برای ساخت لوله‌های آب، غلاف

کابلهای برق و ظرفهای مورد استفاده در صنایع شیمیایی استفاده می‌شود. سرب را با قلع آلیاژ می‌کنند تا لحیم نرم تولید شود. سرب در ساخت باتری اتومبیل نیز به کار می‌رود.

قلع فلزی نرم، به رنگ سفید نقره‌ای و چکش‌خوار، اما ضعیف است. این فلز گران‌قیمت است و برای تولید ورق قلع‌اندود (حلبی) به کار می‌رود. قلع را از کاستیریت استخراج می‌کنند که اکسید قلع است. نقطهٔ ذوب قلع پایین است (232°C). قلع عنصری آلیاژساز است و آلیاژهای آن عبارت‌اند از لحیم نرم (لحیم قلع)، برنز و مسوار.

روی فلزی به رنگ سفید مایل به آبی است، که در دمای 420°C ذوب می‌شود. کانهٔ اصلی آن اسفالریت یا بِلِندِ روی (سولفید روی، ZnS) است، که غالباً حاوی سرب و نقره نیز هست. روی در برابر خوردگی مقاومت می‌کند و چکش‌خوار است. در حدود نیمی از روی تولید شده در جهان برای ساخت قطعات فولادی گالوانیزه (روینه‌کاری شده) مصرف می‌شود. برای گالوانیزه کردن قطعات فولادی آنها را در حمام روی مذاب فرو می‌برند.

پلاستیکها

فلزات در زندگی انسان تأثیر بسزایی دارند، اما تصور زندگی بدون استفاده از پلاستیک دشوار است: به عنوان مثال، فرش، سطل، کاسه، مسواک و اسباب‌بازیها، همگی از مواد پلاستیکی ساخته می‌شوند.

پلاستیکها را از نفت خام، زغال‌سنگ و گاز می‌سازند. پلاستیکها، به سبب مزایایی که دارند، جایگزین بسیاری از مواد شده‌اند:

۱. پلاستیکها سبک‌اند.
۲. رنگهای متنوعی دارند.
۳. به شکلهای مختلف، از قبیل دانه، رزین، ورق و غیره، قابل تهیه هستند.
۴. مقاومت شیمیایی خوبی دارند.
۵. به آسانی می‌توان آنها را از طریق تراشکاری، ریخته‌گری، قالبگیری و غیره، شکل داد.
۶. بافتهای متنوعی دارند.
۷. قطعات ساخته شده از مواد پلاستیکی نیازی به محافظت سطح ندارند.

پلاستیکها معایب یا محدودیتهایی هم به شرح زیر دارند:

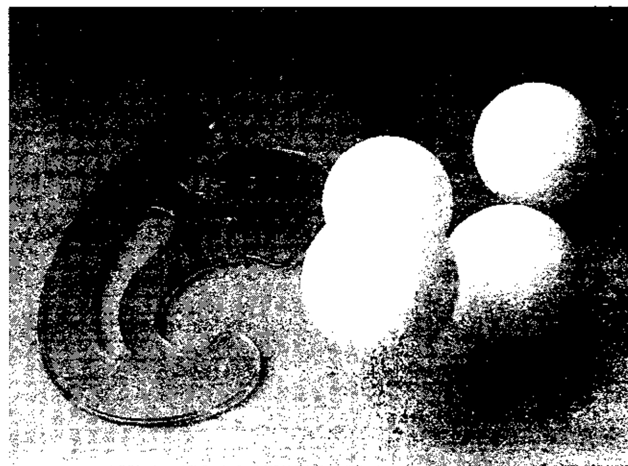
۱. در معرض خطر آتش‌سوزی قرار دارند.
۲. بعضی از انواع آن، وقتی در معرض هوا بمانند، شکننده می‌شوند.
۳. قیمت آنها زیاد است.
۴. بعضی از آنها استحکام اندکی دارند.

پلاستیکها را به دو دستهٔ کلی **گرما ـ نرم** و **گرما ـ سخت** تقسیم می‌کنند.

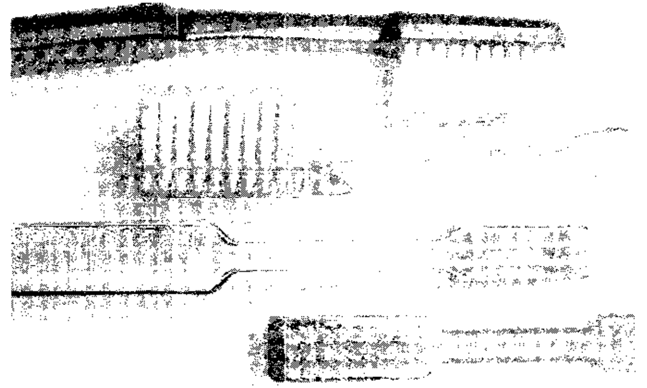
پلاستیکهای گرما ـ نرم

پلاستیکهای گرما ـ نرم بزرگترین دستهٔ پلاستیکهایند. این پلاستیکها سخت و صلب‌اند، اما بر اثر گرما دیدن و رسیدن به دمای مورد نظر نرم می‌شود. آنها را می‌توان به آسانی قالبگیری کرد. انواع متداول مواد گرما ـ نرم عبارت‌اند از:

نیترات سلولوز یا سلولوئید (شکل ۳ـ۱) که به صورت ورق، لوله و میله به بازار عرضه می‌شود. این ماده چقرمه و



شکل ۳ـ۱ توپ پینگ‌پنگ و شابلون نقشه‌کشی که هر دو از نیترات سلولوز ساخته شده‌اند.

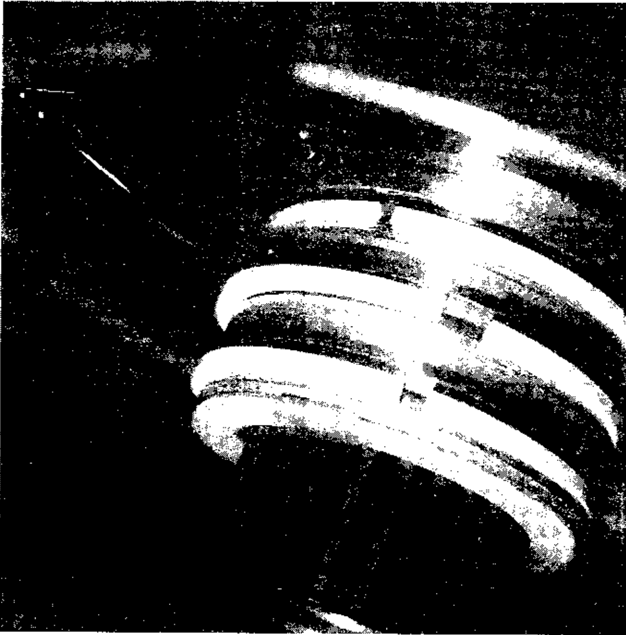

شکل ۳ـ۲ مسواکهای ساخته شده از استات سلولوز.

سخت است و هنگام سوختن بوی کافور می‌دهد. از جمله قطعات ساخته شده از این ماده می‌توان از توپ پینگ‌پنگ، دستهٔ چاقو، قاب عینک، سر چکش پلاستیکی و ابزارهای نقشه‌کشی، مانند گونیا و شابلون نام برد.

استات سلولوز (شکل ۳ـ۲) به اندازهٔ سلولوئید محکم نیست. با گرم کردن این ماده روی گرمکن نوار یا اجاق می‌توان آن را به آسانی شکل داد. استات سلولوز به آهستگی می‌سوزد و شعله‌ای پردود دارد. از این ماده، که غالباً آن را استات می‌نامند، برای ساختن بسته‌بندیهای شفاف، عروسک، ظرف، عینک جوشکاری، حفاظ ماشین، فیلم عکاسی و قاب عینک استفاده می‌کنند. استات به صورت ورق، لوله و میله به بازار عرضه می‌شود.

پی‌وی‌سی یا پلی‌وینیل کلرید (PVC) (شکل ۳ـ۳)


شکل ۳ـ۳ پی‌وی‌سی: دستهٔ این ابزارها پوشش پی‌وی‌سی دارد.

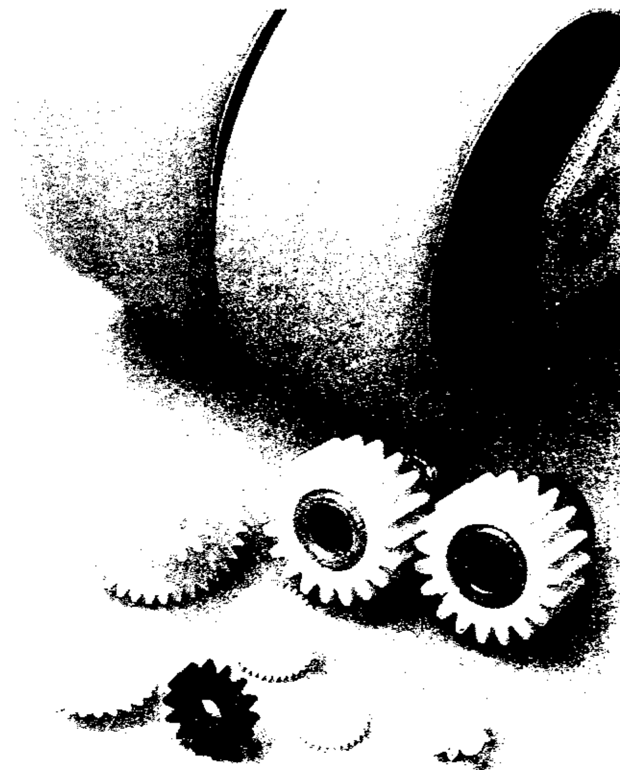

شکل ۳ـ۴ رینگ پیستون ساخته شده از پلی‌تترافلوئورواتان که در یک سیستم هیدرولیکی (گیربکس خودکار) به کار می‌رود.

چقرمه، محکم و مقاوم در برابر سایش است. پی‌وی‌سی عایق خوبی است، آتش نمی‌گیرد و سمی نیست. پی‌وی‌سی را می‌توان به صورتهای انعطاف‌پذیر یا صلب، به شکل ورق، لوله و مقاطع روزنرانی (اکستروژن) شده، تهیه کرد. از این ماده برای ساخت عایق کابل برق، لباس محافظ، قطعات تلویزیون و لوله و اتصالات استفاده می‌کنند.

پلی‌تن یا پلی‌اتیلن (PE) چقرمه و انعطاف‌پذیر است و در برابر اسیدها و مواد قلیایی مقاومت می‌کند. پلی‌اتیلن نم‌ناپذیر است و برای ساخت لگن ظرفشویی، لوله‌های عایق الکتریکی، فنجان، ظرف زباله و کلاه ایمنی به کار می‌رود.

پلی‌تترافلوئورواتان (PTFE) (شکل ۳ـ۴) چقرمه و انعطاف‌پذیر، اما ضعیف است. متداولترین کاربرد آن در ساخت پوشش نچسب ظروف آشپزخانه است. از این ماده برای ساخت واشر، درزبند، کاسه‌نمد، پوشش داخلی مخازن حاوی مواد شیمیایی و عایقها نیز استفاده می‌کنند. این ماده نسبتاً گران‌قیمت است.

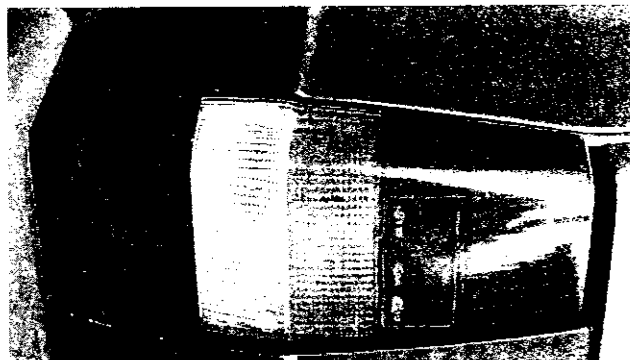
نایلون (شکل ۳ـ۵) چقرمگی و دوام خوبی دارد. از این ماده برای ساختن چرخدنده، زیپ و لولا استفاده می‌کنند



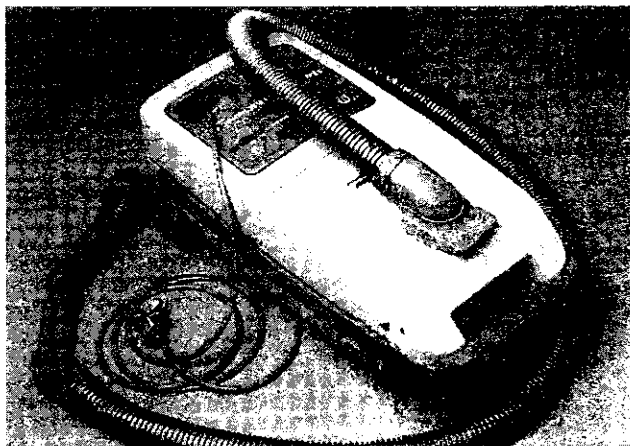
شکل ۳ـ۵ چرخها و چرخدنده‌های ساخته شده از نایلون.

زیرا مقاومت اصطکاکی آن کم است و به روانکاری نیاز ندارد. از این ماده می‌توان در دماهای بین ۵۰ و $150^{\circ}C$ استفاده کرد.

آکریلیک یا پرس‌پکس (شکل ۳ـ۶) پلاستیکی صلب و شفاف و سبکتر از شیشه است. آکریلیک عایق خوبی است و اسیدهای رقیق و بازهای غلیظ بر آن اثر ندارند. این ماده در کارگاههای آموزشی مصرف فراوانی دارد. در دمای $160^{\circ}C$



شکل ۳ـ۶ چراغ عقب اتومبیل که به روش تزریقی از آکریلیک (پرس‌پکس) ساخته شده است.



شکل ۳ـ۷ قطعات این جاروبرقی را به روش قالبگیری تزریقی از آکریلونیتریل بوتادی‌ان استیرن ساخته‌اند.

می‌توان آن را قالبگیری کرد. این ماده را به جای شیشه، برای ساخت شیشه جلو اتومبیل، حفاظ ماشین‌آلات، نورگیر سقفی و عدسی پلاستیکی به‌کار می‌برند.

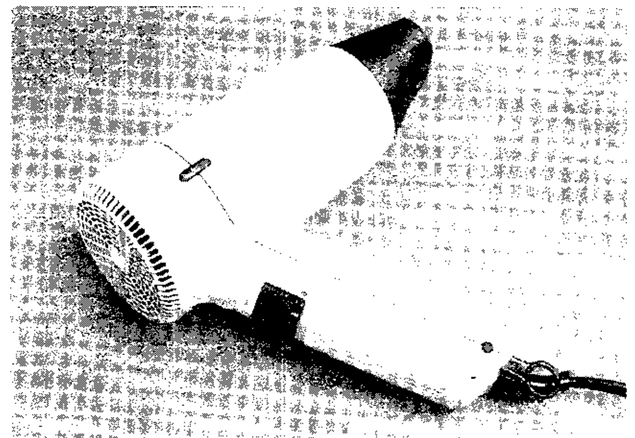
آکریلونیتریل بوتادی‌ان استیرن (ABS) (شکل ۳ـ۷) بسیار محکم و چقرمه و مقاوم در برابر اسیدها و قلیاهاست. از این ماده برای ساخت دستهٔ ابزار، لوله و چمدان استفاده می‌کنند.

پلاستیکهای گرما ـ سخت

پلاستیکهای گرما ـ سخت، در طی فرایند شکل دادن، تغییر شیمیایی پیدا می‌کنند. این مواد را نمی‌توان با گرما دادن یا فشردن دوباره شکل داد. رزین پلی‌استر یکی از معدود ترکیبات گرما ـ سخت مورد استفاده است.

فنول فورمالدئید یا باکلیت نخستین پلاستیک مصنوعی است؛ این پلاستیک را اِل.اچ.باکلند در ۱۹۰۹ اختراع کرد. باکلیت ماده‌ای محکم و صلب است که در برابر گرما مقاومت می‌کند و عایق خوبی است. از این ماده برای ساخت کلید، پریز، دوشاخه و دستهٔ آشپزخانه استفاده می‌کنند.

اوره فورمالدئید (شکل ۳ـ۸) سخت و صلب است و آب را جذب می‌کند. این ماده به دشواری می‌سوزد و در برابر بنزین، نفت و گریس مقاوم است. از این ماده می‌توان به صورت پودر یا محلول برای لایه‌بندی در وسایل برقی



شکل ۳ـ۸ بدنهٔ این موخشک‌کن (سشوار) با قالبگیری فشاری اوره‌فورمالدئید ساخته شده است.

استفاده کرد. در ساخت کلید، پریز، دوشاخه، دستهٔ اتوبرقی و غیره نیز به کار می‌رود.

رزین پلی‌استر محکم، سخت و چقرمه است و در برابر قلیاها و اسیدهای رقیق مقاومت می‌کند. این ماده را معمولاً با الیاف شیشه تقویت می‌کنند و در ساخت بدنهٔ قایق و اتومبیل به کار می‌برند.

■ مرور مطالب این فصل

- فلزات غیرآهنی فلزاتی هستند که آهن ندارند. به عنوان نمونه می‌توان از آلومینیم، مس، سرب، قلع و روی نام برد.
- با افزودن عنصرهای آلیاژی به فلزات غیرآهنی می‌توان آلیاژهای مختلف مانند برنج (آلیاژ مس و روی) و برنز (آلیاژ مس و قلع) تولید کرد.
- اغلب فلزات غیرآهنی (به ویژه آلومینیم و مس) رساناهای خوب گرما و الکتریسیته‌اند. این فلزات در برابر خوردگی نیز مقاوم‌اند.
- پلاستیکها از نفت خام، زغال‌سنگ و گاز ساخته می‌شوند.
- پلاستیکها جای بسیاری از فلزات را گرفته‌اند زیرا سبک‌اند، رنگها و بافتهای متنوع دارند و در برابر مواد شیمیایی به خوبی مقاومت می‌کنند.
- پلاستیکها به دو دستهٔ گرما ـ نرم (که بر اثر گرمادیدن نرم می‌شوند) و گرما ـ سخت (که نمی‌توان دوباره آنها را شکل داد) تقسیم می‌شوند.
- از پلاستیکها مصنوعات مختلفی مانند مسواک، فرش و اسباب بازی می‌سازند.
- انتخاب هر دسته از مواد پلاستیکی یا فلزات غیرآهنی به قطعه‌ای که قصد طراحی و ساخت آن را دارید، دسترسی‌پذیری و خواص ماده بستگی دارد.

تمرین و پرسش

۱. تفاوت اصلی فلزات آهنی و غیرآهنی در چیست؟

۲. **پنج** نمونه از مواد غیرآهنی نام ببرید که سه‌تای آنها فلز باشند.

۳. **چهار** قطعه نام ببرید که از پلاستیک ساخته می‌شوند. نوع مادهٔ پلاستیکی مورد استفاده در هریک را ذکر کنید.

۴. خواص و کاربردهای فلزات زیر را شرح دهید:

الف) مس

ب) آلومینیم

ج) قلع

د) روی

۵. جمله‌های زیر را کامل کنید:

الف) برنج آلیاژ ______ و ______ است.

ب) برنز آلیاژ ______ و ______ است.

ج) از روی برای ______ فولاد استفاده می‌شود.

د) نقطهٔ ذوب قلع پایین و برابر $^{\circ}C$ ______ است.

٦. **چهار** مزیت پلاستیکها را نام ببرید و نحوهٔ استفاده از این مزیتها را در طراحی و ساخت مصنوعات مختلف شرح دهید.

۴

ابزارها و فرایندهای دستی

مقدمه

کار روی فلزات با استفاده از ابزارها و ماشینهای مختلف انجام می‌شود. ابزارهای دستی ابزارهای اساسی مورد استفاده در کارگاههای آموزشی برای ساختن مصنوعات طراحی شده هستند. در اولین بخش از این فصل به‌شرح ابزارهای رومیزی مانند سوهان، اره و قلم می‌پردازیم؛ بخش دوم به ابزارهای نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی اختصاص دارد.

ابزارهای رومیزی

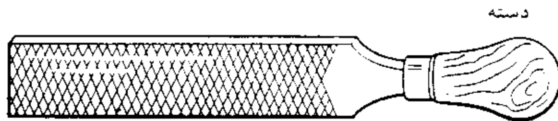
برای استفاده از ابزارهای مختلف به منظور انجام کاری خاص باید این ابزارها را بشناسید و نحوهٔ مراقبت از آنها را بدانید.

سوهان

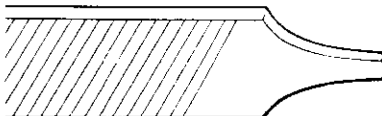
سوهانکاری از روشهای براده‌برداری از روی فلز است و سوهان (شکل ۴ـ۱) که در کارگاههای آموزشی بیش از هر ابزار دستی دیگری به کار می‌آید، ابزار این کار است. سوهان را از فولاد ابزار کربنی با حدود ۳ر۱ درصد کربن می‌سازند.

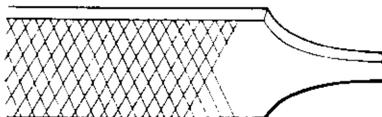
بخشهای مختلف سوهان عبارت‌اند از:

۱. دسته که چوبی یا پلاستیکی است (دسته‌های چوبی حلقه‌ای دارند که مانع شکافتن چوب در هنگام جازدن دُم سوهان می‌شود)؛
۲. دُم، که بخشی از سوهان است که در دسته فرو می‌رود؛
۳. آج، که ساده یا چپ و راست است (شکل ۴ـ۲).



شکل ۴ـ۱ سوهان.





شکل ۴ـ۲ آج سوهان ساده یا چپ و راست است.

از سوهان ساده برای سوهانکاری فلزات نرم (مانند برنج و آلومینیم) و از سوهان با آج چپ و راست برای سوهانکاری همهٔ فلزات، به ویژه چدن و فولاد استفاده می‌کنند.

زبری آج سوهان را با استفاده از اصطلاحات جدول ۴ـ۱ توصیف می‌کنند.

جدول ۴ـ۱ انواع آج سوهان

آج	کاربرد نمونه‌وار
زبر	سوهانکاری فلزات نرم، پلاستیکها
متوسط	شکل دادن فلزات و پلیسه‌گیری قطعات ریختگی چدنی
نرم متوسط	سوهانکاری فلزات سخت و صاف کردن سطح
نرم	سوهانکشی و پرداخت فلزات سخت
بسیار نرم	سوهانکاری دقیق و پرداخت ظریف

انواع مقطع سوهان

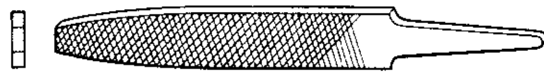
از انواع مختلف سوهان (شکل ۴ـ۳)، به شرح زیر استفاده می‌شود.

سوهان معمولی پهنای ثابت دارد؛ لبهٔ این نوع سوهان صاف است و آج ندارد. از این سوهان برای سوهانکاری کنجهایی استفاده می‌کنند که فقط یک وجه آنها باید سوهانکاری شود. پهنای **سوهان تخت** ثابت نیست و در $\frac{1}{3}$ آخر طول آن، به تدریج کاهش می‌یابد. سطوح این سوهان آج چپ و راست و لبه‌های آن آج ساده دارند. از این نوع سوهان برای انجام کارهای عمومی کارگاهی استفاده می‌شود. در **سوهان چهارپهلو**، هر چهار سطح آج دارند؛ سطوح این سوهان در $\frac{2}{3}$ طول سوهان با هم موازیند. از این سوهان برای ایجاد شیارها و شکافهای چهارگوش استفاده می‌کنند. **سوهان گرد**، چنانکه از نام آن پیداست، مقطع دایره‌ای دارد. وقتی این نوع سوهان مخروطی نیز باشد، آن را **سوهان دُم‌موشی** می‌نامند. بعضی از سوهانهای گِرد، مقطع یکنواخت دارند. از سوهان گرد برای گشاد کردن سوراخها و سوهانکاری سطوح خمیده استفاده می‌شود. **سوهان سه‌پهلو** را **سوهان سه‌گوش** نیز می‌نامند. هر سه سطح این سوهان آج چپ و راست دارد. مقطع این سوهان مثلث متساوی‌الاضلاع است و بنابراین می‌توان برای سوهانکاری کنجهای تیز از آن استفاده کرد. **سوهان بغل‌تخت** شبیه سوهان تخت است اما از آن نازکتر است. از این سوهان معمولاً برای سوهانکاری شکافهای بسیار باریک، مانند شیار کلیدها استفاده می‌شود. از **سوهان سوزنی** یا **سوهان زرگری** برای انجام کارهای ظریف استفاده می‌شود. این نوع سوهان دسته ندارد و دُم آن را آجدار می‌سازند تا در دست نلغزد (شکل ۴ـ۴).

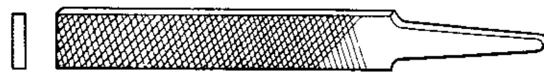
سوهانکاری

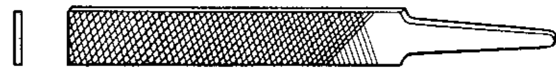
سوهانکاری مهارتی است که به دشواری کسب می‌شود.













شکل ۴ـ۳ انواع مقطع سوهان.

















شکل ۴ـ۴ انواع سوهان زرگری.

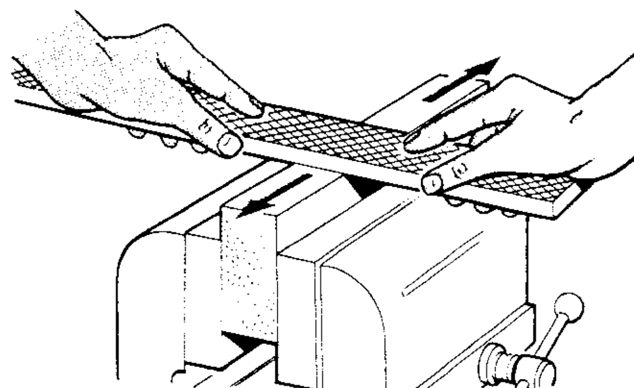


شکل ۴ـ۵ عملیات سوهانکاری یکطرفه. به تراز بودن آرنج با قطعه‌کار توجه کنید.

نحوهٔ استفاده از سوهان را نمی‌توان به آسانی شرح داد، اما اصول اساسی زیر برای **سوهانکاری یکطرفه** سودمندند:

۱. قطعه‌کار را محکم به گیره ببندید.
۲. قطعه‌کار را باید طوری در گیره ببندید که بخش کوچکی از آن بالاتر از فکهای گیره باشد؛ از لرزش اجتناب کنید.
۳. قطعه‌کار باید در تراز آرنج شما باشد (شکل ۴ـ۵).
۴. فقط در حرکت به جلو روی سوهان فشار وارد کنید.
۵. روشهای صحیح گرفتن سوهانهای سبک و سنگین را رعایت کنید.

وقتی می‌خواهید سطح تختی را پرداختکاری کنید باید از روش **سوهانکاری دوطرفه** استفاده کنید. در این روش براده‌برداری چندانی انجام نمی‌شود و فقط خشهای ایجاد شده در نتیجهٔ عملیات سوهانکاری قبلی از بین می‌رود. در سوهانکاری دوطرفه، سوهان را عقب و جلو می‌کشید (شکل ۴ـ۶).



شکل ۴ـ۶ سوهانکاری دوطرفه.

مراقبت از سوهان

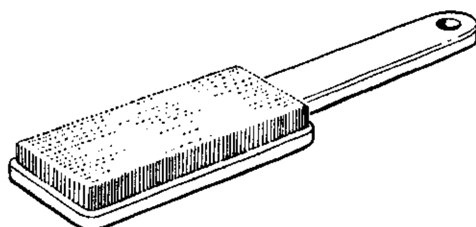
برای افزایش عمر سوهان باید به‌دقت از آن مراقبت کرد.

با رعایت نکات زیر عمر مؤثر سوهان افزایش می‌یابد.

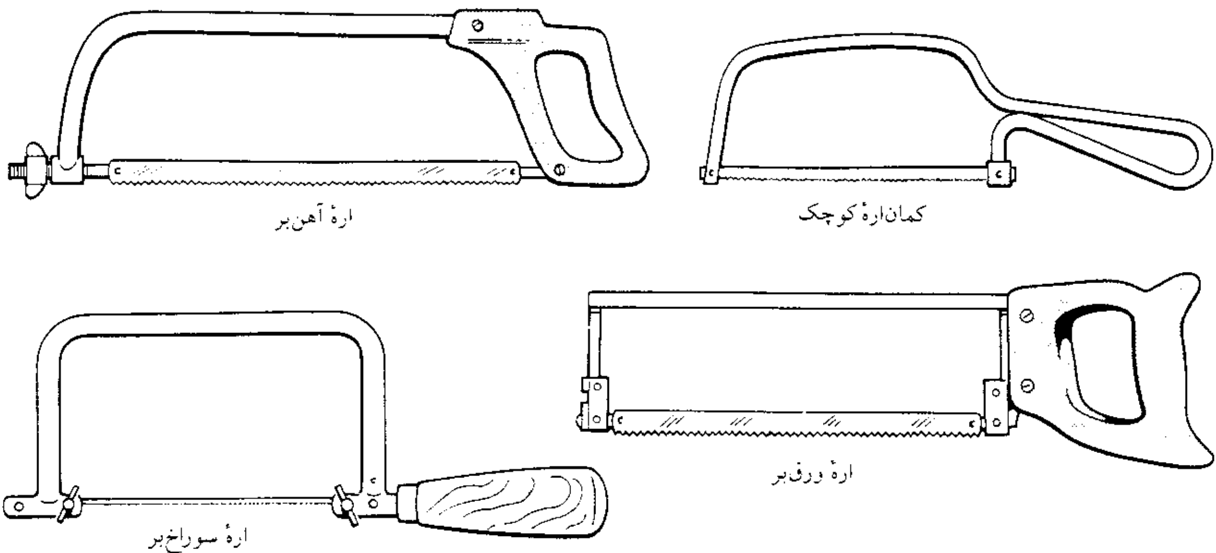
۱. سوهانها را در مقرهای جدا از هم نگهداری کنید و اجازه ندهید به هم ساییده شوند.
۲. هرگز فولاد سخت‌سازی شده را سوهانکاری نکنید.
۳. از سوهان به جای چکش استفاده نکنید.
۴. سوهان را به اسید آغشته نکنید تا دچار خوردگی نشود.
۵. مکرراً از برس سوهان استفاده کنید تا آجهای سوهان پر نشود.

وقتی براده‌های حاصل از سوهانکاری، محکم به آجهای سوهان می‌چسبند، می‌گوییم سوهان **پُر** شده است. پرشدن آجهای سوهان سبب می‌شود که عمق نفوذ آنها کاهش یابد و خراشهای عمیقی روی سطح قطعه‌کار ایجاد شود. در نتیجه سوهانکار باید مقدار زیادی کار اضافی انجام دهد تا این خراشها را حذف کند. برای جلوگیری از پرشدن سوهان، از برس سوهان (شکل ۴ـ۷) استفاده کنید.

برای جلوگیری از پرشدن سریع سوهان، روی سطح آن گچ بمالید. مالیدن مکرر گچ قدرت براده‌برداری سوهان را کاهش می‌دهد و در نتیجه سطح صافتری حاصل می‌شود.



شکل ۴ـ۷ برس سوهان.



شکل ۴ـ۸ انواع اره.

اره

در کارگاه فلزکاری، مواد (به ویژه فلزات) را پیش از سوهانکاری، به اندازه‌های مورد نظر اره می‌کنند. در کارگاههای آموزشی از اره‌های مختلفی استفاده می‌شود که عبارت‌اند از ارهٔ آهن‌بر یا کمان‌اره، کمان‌ارهٔ کوچک، ارهٔ سوراخ‌بر و ارهٔ ورق‌بر (شکل ۴ ـ ۸).

کمان‌اره

کمان‌اره یک قاب یا کمان فولادی دارد که می‌توان برای ایجاد برش عمیق در ماده، آن را °۹۰ چرخاند. تیغ‌اره در این قاب صلب بسته می‌شود. دندانه‌های تیغ‌اره رو به جلو قرار می‌گیرند و در نتیجه در حرکت رفت، برش انجام می‌دهند.

تیغه‌های این نوع اره را از فولاد ریختگی یا تندبر می‌سازند. دو نوع تیغ‌اره وجود دارد: کاملاً سخت و انعطاف‌پذیر. تفاوت آنها در این است که نوع کاملاً سخت به آسانی می‌شکند؛ بنابراین برای کارگاههای آموزشی مناسب نیست. تیغ‌اره را با طولهای ۲۲۵، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلیمتر می‌سازند. تعداد دندانه‌های آنها نیز متفاوت است و می‌توان تیغ‌اره‌هایی با ۱۴، ۱۸، ۲۴ و ۳۲ دندانه در هر ۲۵ میلیمتر، برای بریدن مواد مختلف، تهیه کرد (جدول ۴ـ۲).

جدول ۴ـ۲ تعداد دندانه‌های تیغ‌اره برای بریدن مواد مختلف

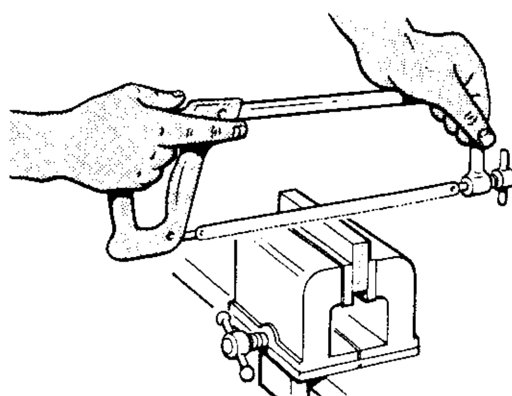
تعداد دندانه در ۲۵mm	نوع ماده‌ای که بریده می‌شود
۱۴	مقاطع توپر از مواد نرم
۱۸	کاربردهای عمومی. مقاطع توپر از مواد نرم و مقاطع بزرگ از مواد سخت (مثلاً فولاد آلیاژی)
۲۴	مقاطع توپر کوچک، بین ۳ و ۶ میلیمتر (مثلاً ورقهای ضخیم و لوله‌های گوشت‌دار)
۳۲	مقاطعی با ضخامت کمتر از ۳ میلیمتر

همواره باید دست‌کم سه دندانهٔ متوالی با ماده در تماس باشند.

اگر ماده نرم است و مقطعی بزرگ دارد، از تیغ‌اره‌ای استفاده کنید که تعداد دندانه‌های آن در هر ۲۵ میلیمتر کم باشد (۱۴ یا ۱۸ دندانه در هر ۲۵ میلیمتر). برای بریدن مقاطع نازک از تیغ‌ارهٔ دندانه‌ریز استفاده کنید.

در هنگام کار با کمان‌اره به نکات زیر توجه کنید:

۱. قطعه‌کار را محکم به گیره ببندید.
۲. کمان‌اره را محکم بگیرید و برای این کار از هر دو دست استفاده کنید (شکل ۴ـ۹).



شکل ۴ـ۹ نحوهٔ کار با کمان‌اره.

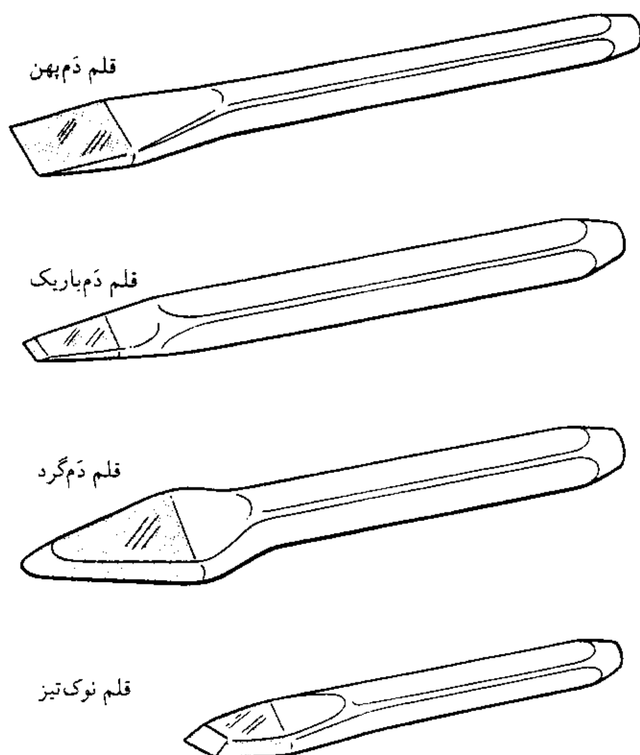
۳. وضعیت بدنتان باید همان‌طور باشد که در مورد سوهانکاری گفته شد.
۴. از تمام طول تیغ‌اره استفاده کنید.
۵. تیغ‌اره را در خط مستقیم حرکت دهید تا نشکند.
۶. فشار بیش از حد بر تیغ‌اره وارد نکنید.
۷. تیغ‌اره باید محکم به کمان بسته شده باشد؛ اگر شل باشد می‌شکند.

اره‌های دیگر

کمان‌اره کوچک قابی دارد که نوعی فنر کششی است و تیغ‌اره‌هایی به طول ۱۵۰ و عرض ۶ میلیمتر به آن بسته می‌شود. این نوع اره برای بریدن قطعات کوچک مناسب است. از **ارهٔ ورق‌بر** برای بریدن ورقهای بزرگ فلزی یا از جنس دیگر استفاده می‌کنند. روی این نوع اره، تیغ‌ارهٔ استاندارد کمان‌اره (۳۲ دندانه در هر ۲۵ میلیمتر) نصب می‌شود. از **ارهٔ سوراخ‌بر** برای انجام کارهای ظریف تزیینی یا بریدن دایره در قطعات فلزکوبی‌شده استفاده می‌شود. برای بستن تیغ‌اره، باید یک سر آن را باز کنید و از سوراخ قطعه‌کار عبور دهید؛ سپس دوباره آن را ببندید.

قلم

قلم را گاهی **قلم سردبُر** نیز می‌نامند زیرا برای بریدن فلزات سرد به کار می‌رود. قلم را از **فولاد ریختگی** یا **فولاد آلیاژی** می‌سازند و لبهٔ برندهٔ آن را سخت‌سازی و بازپخت می‌کنند.



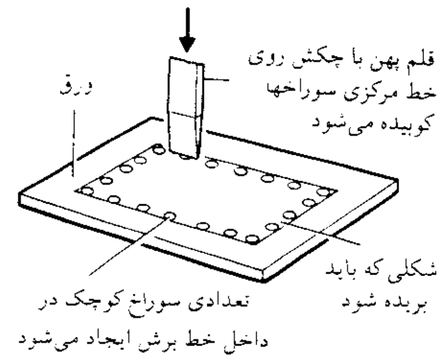
شکل ۴ـ۱۰ انواع متداول قلم.

انواع متداول قلم (شکل ۴ـ۱۰) عبارت‌اند از:

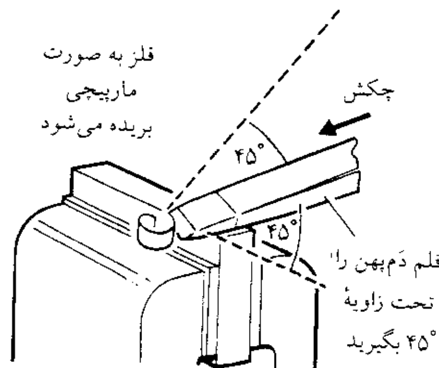
۱. **قلم تخت** یا **قلم دَم‌پهن** که کاربرد عمومی دارد؛
۲. **قلم دَم‌باریک** که برای ایجاد شیار، مثلاً درآوردن جاخار و شکستن به کار می‌رود؛
۳. **قلم نیمگرد** یا **قلم دَم‌گرد** که برای ایجاد شیار (منحنی یا نیمگرد) به کار می‌رود؛
۴. **قلم نوک‌تیز** که برای کار در کنجها و ایجاد شیارهای کوچک به کار می‌رود.

▲ ته پهن قلم را که در نتیجهٔ چکش زدن ایجاد می‌شود سنگ بزنید و صاف کنید. اگر این کار را نکنید، ممکن است در هنگام چکش زدن، قطعات فلز از ته قلم جدا و به اطراف پرتاب شوند و حادثه‌ای ایجاد کنند.

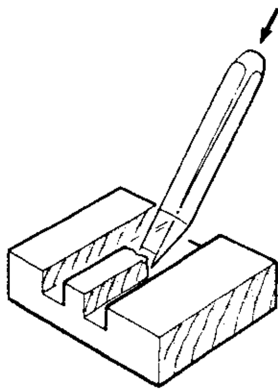
با استفاده از قلم می‌توان مواد را برش داد. این روش دقیق نیست، اما کاربرد گسترده‌ای دارد. قلم را با یک دست بگیرید و چکش بزنید تا برشکاری انجام شود.
وقتی نمی‌توانید برای بریدن ورق یا صفحهٔ فلزی از اره یا



شکل ۴-۱۱ قلم‌بُری.



شکل ۴-۱۲ برش.



شکل ۴-۱۳ قلم‌زنی.

قیچی استفاده کنید، قلم به کار ببرید. این فرایند را **قلم‌بُری** می‌نامند.

وقتی با استفاده از روش قلم‌بُری، شکاف و سوراخ ایجاد می‌کنید، قسمت به دردنخور را با مته سوراخ کنید تا قطعه آسانتر بریده شود و اعوجاج پیدا نکند (شکل ۴-۱۱).

وقتی می‌خواهید نواری از روی ماده بردارید (به ضخامت ۱٫۵ تا ۴٫۵ میلیمتر) می‌توانید از فرایند **برش** استفاده کنید (شکل ۴-۱۲):

۱. فلز را به گیره ببندید.
۲. قلم را با زاویهٔ 45° نسبت به قطعه‌کار بگیرید.

برای ایجاد شیار یا کاهش ضخامت یا عرض قطعه می‌توانید از فرایند **قلم‌زنی** استفاده کنید (شکل ۴-۱۳). امروزه به جای این کار از ماشینهای سنگ‌زنی، صفحه‌تراش یا فرز استفاده می‌کنند. اما اگر این ماشینها در دسترس نباشند، استفاده از فرایند قلم‌زنی هنوز هم مقرون به‌صرفه است.

چکش

چکش انواع مختلفی دارد که در فرایندهای متفاوت به کار می‌روند. متداولترین چکش، **چکش سرگِرد** است (شکل ۴-۱۴). این نوع چکش براساس وزن سر چکش دسته‌بندی می‌شود که آن را از فولاد می‌ریزند؛ وزن چکشهای سرگِرد متداول در حدود ۲۲۵ گرم و ۴۵۰ گرم است. چکش یک دستهٔ چوبی دارد که باید آن را محکم در دست بگیرید.

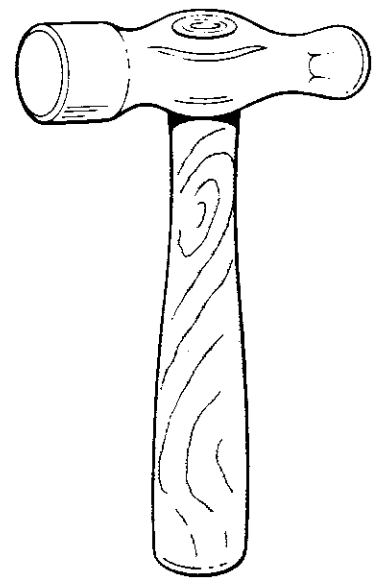
از چکش برای قلم‌بُری، برش، قلم‌زنی، سنبه‌کاری و پرچکاری استفاده می‌شود.

از کف صاف چکش استفاده کنید. اگر از لبهٔ چکش استفاده کنید روی کار نشانه می‌گذارد و ممکن است سر چکش نیز آسیب ببیند.

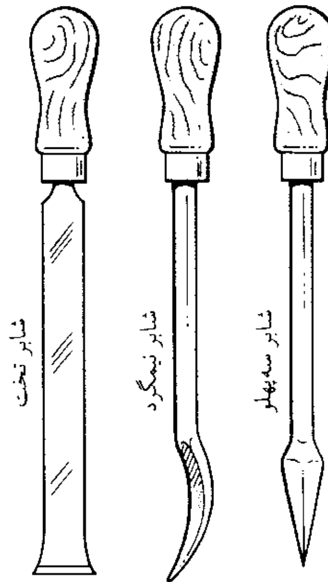
شابر

شابر را از فولاد آلیاژی سخت‌سازی شده می‌سازند؛ شابر را از سوهان کهنه نیز می‌توان ساخت. شابرها بر سه نوع‌اند (شکل ۴-۱۵). لبهٔ برندهٔ **شابر تخت** در سر آن قرار دارد. از این نوع شابر برای شابر زدن سطوح تخت استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۶). **شابر نیمگرد** دو لبهٔ تیز دارد و می‌توان از آن برای شابرزنی توپی، فلکه (پولی)، یاتاقان و سطوح توخالی مشابه استفاده کرد (شکل ۴-۱۷). **شابر سه‌پهلو یا سه‌گوش** برای شابرزنی قطعات کوچک با سطوح خمیده به کار می‌رود.

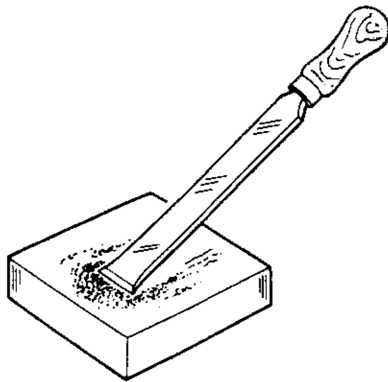
شابرزنی فرایند حذف برجستگیهای سطح کار است. شابرزنی عمل دشواری است و معمولاً در کارگاههای آموزشی انجام نمی‌شود. برای شابر زدن هر قطعه باید



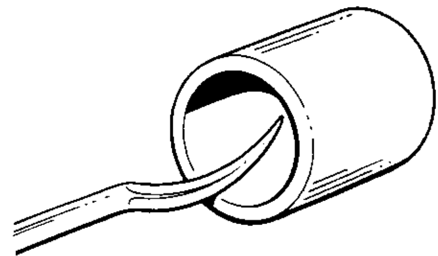
شکل ۴ـ۱۴ چکش سرگرد.



شکل ۴ـ۱۵ انواع شابر.



شکل ۴ـ۱۶ شابرزنی با شابر تخت.



شکل ۴ـ۱۷ شابرزنی با شابر نیمگرد.

عملیات زیر را انجام داد:

۱. روی صفحهٔ صاف جوهر نشانه‌گذاری بمالید.
۲. سطوح قطعه‌کاری را که باید شابرزنی شود روی صفحهٔ صاف بمالید.
۳. برجستگیهای سطح قطعه‌کار را که رنگِ جوهر گرفته‌اند شابر بزنید.
۴. این عملیات را تکرار کنید تا وقتی که تمام سطح قطعه‌کار رنگِ جوهر بگیرد.

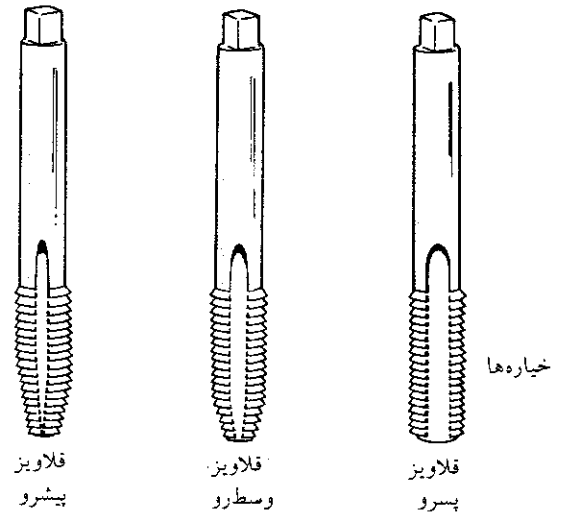
قلاویز و حدیده

پیچ‌کردن از روشهای موقتی اتصال قطعات به یکدیگر است. برای رزوه‌کردن پیچ معمولاً از ماشین‌تراش استفاده می‌کنند. اما در کارگاه می‌توان این عمل را با استفاده از قلاویز و حدیده انجام داد.

قلاویز

قلاویز ابزاری است که رزوهٔ داخلی ایجاد می‌کند. قلاویز را از فولاد پرکربن یا فولاد تندبُر می‌سازند. قلاویز **تنه‌ای** دارد که ته آن چهارگوش است و دسته‌قلاویز آن را می‌گیرد. تنهٔ قلاویز از بخش رزوه‌تراش آن باریکتر است. قلاویز چهار ردیف رزوه یا دندانهٔ برنده دارد، که برای ایجاد رزوه‌ای به شکل خاص، تراشیده شده‌اند. این دندانه‌ها عمل رزوه‌تراشی را انجام می‌دهند. شیارهای بین لبه‌های برنده را خیاره می‌نامند. خیاره‌ها به برادهٔ تراشیده شده راه می‌دهند که از سوراخ بیرون بیاید. روغن تراشکاری (آب‌صابون) نیز از همین راه به قطعه‌کار می‌رسد.

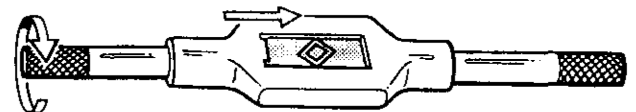
هر دست قلاویز از سه قلاویز تشکیل می‌شود (شکل ۴ـ۱۸). در اولین قلاویز تقریباً $\frac{۲}{۳}$ طول قسمت رزوه‌تراش، شکل مخروطی دارد. این قلاویز را **پیشرو** می‌نامند. در قلاویز دوم $\frac{۱}{۳}$ طول قسمت رزوه‌تراش، مخروطی است و آن را **وسطرو** می‌نامند. این قلاویز پس از قلاویز اول به کار می‌رود. قلاویز سوم که **پسرو** نام دارد، صاف است اما پخ کوچکی دارد تا بتواند درست وارد سوراخ شود، این قلاویز را پس از قلاویز وسطرو، برای رزوه‌کردن سوراخهای کور به کار می‌برند.



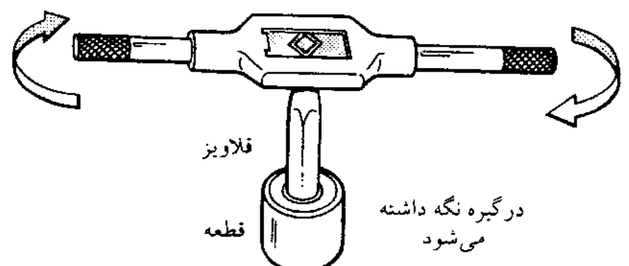
شکل ۴-۱۸ یک دست قلاویز برای تراشیدن رزوهٔ داخلی.

تراشیدن رزوه‌های داخلی با دست را **قلاویزکاری** می‌نامند. این عمل به ترتیب زیر انجام می‌شود.

۱. با مته سوراخی ایجاد کنید که قطر آن با قطر مغزهٔ قلاویز برابر باشد.
۲. قطعه‌کار را محکم به گیره ببندید.
۳. اولین قلاویز را در دسته‌قلاویز جا بزنید (شکل ۴-۱۹).
۴. قلاویز را در امتداد قائم وارد سوراخ کنید و آن را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا رزوه‌تراشی شروع شود (شکل ۴-۲۰).
۵. قلاویز را در حدود $\frac{1}{4}$ دور در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا سوفاله‌ها خرد شود.
۶. از طریق خیاره‌ها آب صابون وارد سوراخ کنید تا رزوه‌تراشی آسانتر شود و براده‌ها شسته شوند.
۷. عمل ۵ را تکرار کنید تا وقتی تمام طول دندانه‌دار قلاویز از سوراخ بیرون برود (اگر سوراخ راه به در است).
۸. این عملیات را با استفاده از قلاویزهای وسطرو و پسرو تکرار کنید.



شکل ۴-۱۹ دسته‌قلاویز.



شکل ۴-۲۰ استفاده از قلاویز.

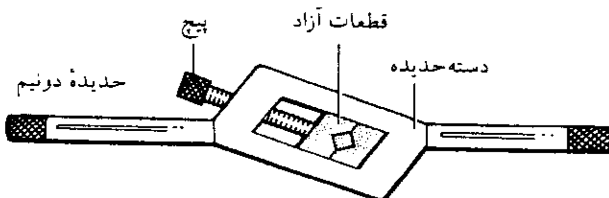
> برای کاهش اصطکاک و پاک‌کردن براده‌ها از مصرف آب‌صابون مضایقه نکنید.

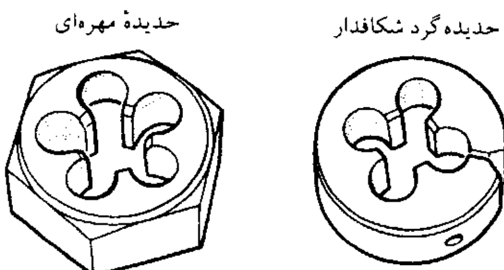
وقتی قلاویزکاری به پایان رسید، قلاویزها و دسته‌قلاویز را تمیز کنید و آنها را در جعبهٔ خود قرار دهید.

حدیده

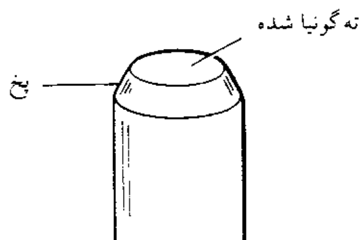
حدیده را از فولاد پرکربن یا فولاد تندبُر می‌سازند. برخلاف قلاویز،از حدیده برای تراشیدن رزوهٔخارجی استفاده‌می‌شود.

حدیده بر سه نوع است (شکل ۴-۲۱). **حدیدهٔ گِرد شکافدار** قطعه‌ای دایره‌ای‌شکل است که در امتداد یکی از خیاره‌هایش شکاف دارد. این شکاف برای تنظیم دقیق، با استفاده از سه پیچ تنظیم تعبیه شده در دسته‌حدیده ایجاد شده است. **حدیدهٔ دونیم** از دو قطعهٔ آزاد تشکیل می‌شود که در دسته‌حدیده قرار می‌گیرند. پیچ کوچکی





شکل ۴-۲۱ انواع حدیده برای تراشیدن رزوهٔ خارجی.



شکل ۴ـ۲۲ قطعه‌کار پخ زده و آماده برای رزوه‌کردن.

بـرای تـنظیم روی دسـته‌حدیده تـعبیه شـده است. **حـدیدهٔ مهره‌ای** بدنهٔ شش‌گوش دارد. این نـوع حـدیده رزوهٔ جـدید ایجاد نمی‌کند، بلکه کار آن «ترمیم» رزوه‌های آسیب دیـده است.

عملیات تراشیدن رزوه‌های خارجی به ترتیب زیر انجام می‌شود.

۱. ته قطعه‌کار را گونیا کنید و آن را (با استفاده از سـوهان، سنگ یا ماشین‌تراش مرغک‌دار) پخ بزنید تا رزوه‌تراشی آسانتر شروع شود (شکل ۴ـ۲۲).
۲. حدیده را در دسـته‌حدیده قـرار دهـید و آن را مـحکم و عمود بر قطعه‌کار در دست بگیرید.
۳. دسـته‌حدیده را در حـدود $\frac{1}{4}$ دور در جـهت حـرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و سپس آن را برگردانید تـا براده‌ها جدا شوند.
۴. به اندازهٔ کافی آب‌صابون (روانکار) به کار ببرید.
۵. پس از یک دور کامل رزوه‌تراشی، با استفاده از پیـچهای تنظیم، حدیده را دوباره تنظیم کنید تا عـمق رزوه‌هـا بـه مقدار مطلوب برسد.

مراقبت از حدیده و نگهداری صحیح آن اهمیت دارد:

۱. از دسـته‌حدیده یـا حـدیده بـه جـای چکـش اسـتفاده نکـنید.
۲. پس از هر بار اسـتفاده، حـدیده را از دسـته‌حدیده جـدا کنید، آنها را تمیز کنید و در جعبه بگذارید.
۳. در حین رزوه‌کاری به اندازهٔ کافی آب‌صابون مصرف کنید تا اصطکاک کاهش یابد.





شکل ۴ـ۲۳ دو نوع برقوی دستی.

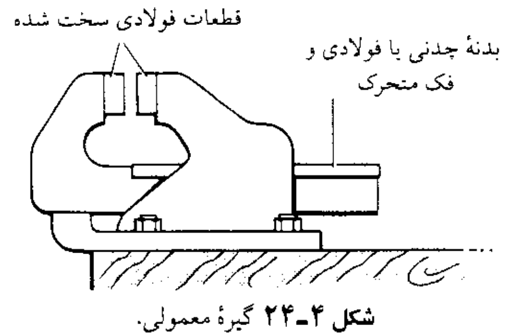
برقوی دستی

از برقو (شکل ۴ـ۲۳) برای پرداخت سطح سوراخها استفاده می‌شود. برقوها بر سه نـوع‌انـد: بـرقوی مـاشینی، بـرقوی مخروطی و برقوی دستی. برقوی دستی **تنهٔ** مستقیم و صاف دارد (برقویی که تنهٔ مخروطی دارد به دریل یا ماشین‌تراش بسـته مـی‌شود). انتهای تـنهٔ بـرقو چـهارگوش است و در دسته‌برقو قرار می‌گیرد. برقو خیاره‌های مستقیم بـا شیب طولانی دارد تا به درستی در سوراخ وارد شود. بسته به قطر سوراخ، ضخامتی حدود ۰٫۱ تا ۰٫۲ میلیمتر از جدار سوراخ را بـرای بـرقوزنی بـاقی مـی‌گذارنـد. آب‌صـابون از طـریق خیاره‌ها به سطح کار می‌رسد و سوفاله از هـمین راه بـیرون مـی‌آید. **لبـه‌های بـرندهٔ بـرقو** عـمل بـراده‌بـرداری را انـجام می‌دهند. این لبه‌ها، برخلاف مته، به یک نقطه منتهی نمی‌شوند.

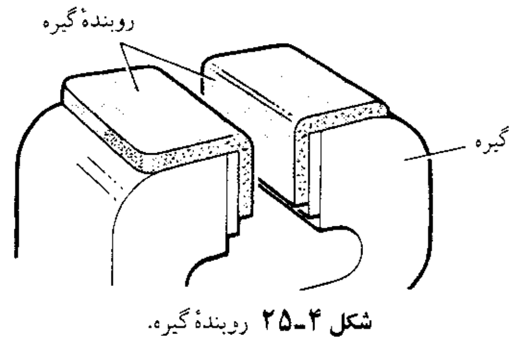
> با برقوزنی نمی‌توان سوراخی را که در جـای نـامناسب ایجاد شـده است اصـلاح کـرد؛ بـرقو صـرفاً سـوراخ را صاف می‌کند.

در هنگام استفاده از برقوی دستی، رعـایت نکـات زیـر ضروری است.

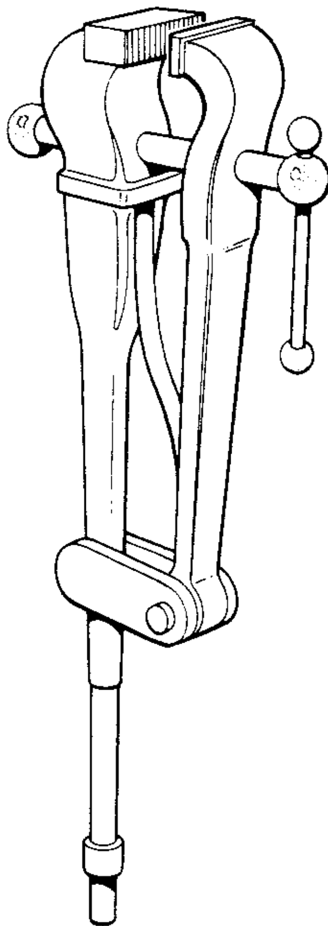
۱. سوراخی را که می‌خواهید برقو بزنید، با دقت ایجاد کنید.
۲. قطعه‌کار را محکم به گیره ببندید.
۳. آب‌صابون به اندازهٔ کافی مصرف کنید تا براده‌ها را خارج کند و اصطکاک را کاهش دهد و سطحی صاف حاصل شود.



شکل ۴ـ۲۴ گیرهٔ معمولی.



شکل ۴ـ۲۵ روبندهٔ گیره.


شکل ۴ـ۲۶ گیرهٔ پایه‌دار.

گیره

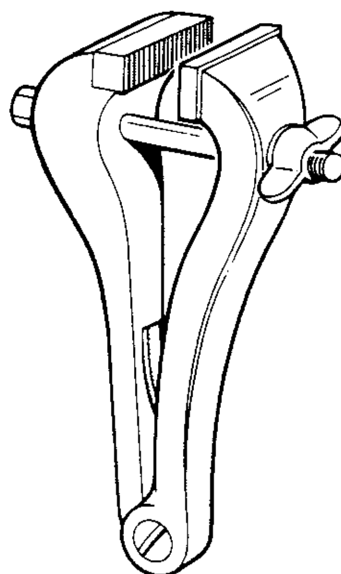
گیرهٔ معمولی (شکل ۴ـ۲۴) از چدن یا فولاد ریخته می‌شود و فکهای فولادی سخت شده دارد. به هریک از فکها یک قطعه فولاد ریختگی (معمولاً آجدار، هرچند آج نرم) متصل است. اندازهٔ این قطعات تابع عرض فک است. بعضی گیره‌ها اهرم خلاص‌کن دارند، که سبب صرفه‌جویی در وقت و کار می‌شود، به ویژه اگر بخواهید فکهای گیره را به مقدار زیادی باز کنید. همهٔ گیره‌ها را باید محکم روی میز بست.

روبندهٔ گیره را از مس، حلبی، سرب یا فیبر می‌سازند و روی فکهای گیره نصب می‌کنند تا آج فک روی قطعه‌کار اثر نگذارد (شکل ۴ـ۲۵).

گیرهٔ پایه‌دار نوعی گیرهٔ قدیمی است که برای کارهای سنگین از آن استفاده می‌شود. این گیره را از فولاد کم‌کربن می‌سازند و فکهایی از جنس فولاد ریختگی دارد. این گیره پایهٔ درازی دارد که به زمین می‌رسد (شکل ۴ـ۲۶). قطعات این گیره، به ویژه دسته و پیچ آن، از قطعات گیرهٔ معمولی سنگینتر است. گیرهٔ پایه‌دار اهرم خلاص‌کن ندارد. این گیره بسیار محکم است، اما عیب مهم آن این است که فکهای آن فقط در یک وضعیت با هم موازی می‌شوند؛ در نتیجه کار بستن به این نوع گیره دشوار است. همین دشواری دلیل اصلی طراحی گیرهٔ معمولی بوده است.

گیرهٔ دستی (شکل ۴ـ۲۷) ابزاری بسیار سودمند برای گرفتن قطعه‌کارهای کوچکی است که نمی‌توان آنها را به گیرهٔ معمولی بست یا در دست نگه داشت.

گیره ابزاری گرانبهاست. باید به خوبی از آن مراقبت کنید تا عمر طولانی داشته باشد:
- آن را تمیز نگه دارید.
- به طور مرتب آن را روغن بزنید.
- از کشویی گیره به عنوان سندان استفاده نکنید.
- برای بستن یا باز کردن گیره، به دستهٔ آن چکش نزنید.
- وقتی از گیره استفاده نمی‌کنید آن را باز بگذارید.



شکل ۴ـ۲۷ گیرهٔ دستی.

دریل دستی

از دریل برای ایجاد سوراخ با مقطع دایره‌ای استفاده می‌شود. پیش از برقوزنی، باید سوراخ مورد نظر را با دریل ایجاد کرد. بنابراین برقوزنی و سوراخکاری دو فرایند مجزا هستند. از طرف دیگر، منظور از داخل‌تراشی، گشادترکردن سوراخهای موجود است.

انواع مختلف دریل ماشینی عبارت‌اند از دریل رومیزی، دریل ستونی یا پایه‌دار و دریل رادیال. در این بخش فقط دریل دستی را شرح می‌دهیم (شکل ۴ـ۲۸).

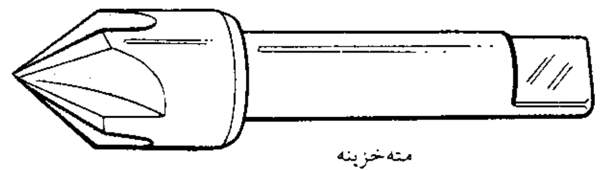
از **دریل دستی** برای گرفتن مته‌های تا قطر ۵ میلیمتر، به منظور انجام عملیات سبک دستی استفاده می‌شود. در هنگام کار با دریل باید از هر دو دست استفاده کرد. با **دریل دستی برقی** به همان شیوه‌ای کار می‌کنند که با دریل دستی کار می‌کنند، با این تفاوت که دریل برقی با برق کار می‌کند. وقتی دریل دستی برقی را روی پایه نصب کنیم، می‌توانیم به جای دریل رومیزی از آن استفاده کنیم. از **دریل دستی سینه‌ای** برای انجام کارهای سنگینتر استفاده می‌شود. مته‌های تا قطر

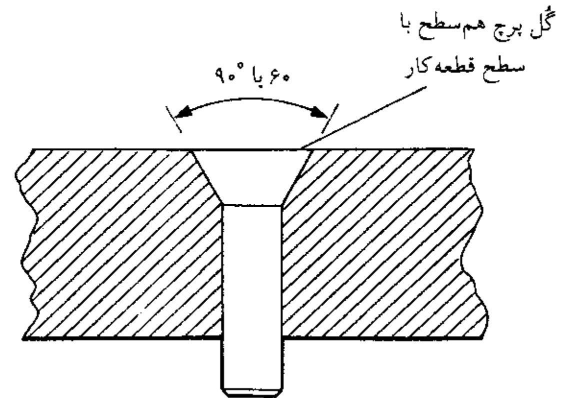
دریل دستی برقی
دریل دستی سینه‌ای
دریل دستی
قطعهٔ آزاد
فک
سه‌نظام برش خورده برای نشان دادن فک و محور

شکل ۴ـ۲۸ انواع دریل دستی.

۱۲٫۵ میلیمتر را می‌توان به این نوع دریل بست.

وقتی قرار باشد در سوراخهای ایجاد شده، گُلِ پیچ یا پرچ بنشیند، باید سوراخ را **خزینه** کرد تا گل پیچ یا پرچ با سطح کار هم‌سطح شود. ابزار مورد استفاده برای ایجاد حزینه را **مته‌خزینه** می‌نامند (شکل ۴ـ۲۹). مته‌خزینه روی دریل ماشینی نصب می‌شود و مانند متهٔ معمولی کار می‌کند. زاویهٔ خزینه معمولاً °۶۰ یا °۹۰ است.



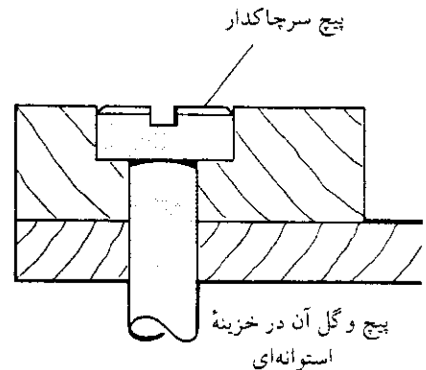


شکل ۴ـ۲۹ خزینه‌زنی.

وقتی سوراخ ایجاد شده را از یک سر گشادتر می‌کنند تا گُلِ پیچ چاکدار در آن بنشیند می‌گویند در آن **خزینهٔ استوانه‌ای** ایجاد کرده‌اند (شکل ۴ـ۳۰). خزینه‌زنی استوانه‌ای را با سرعت بسیار کمتری انجام می‌دهند. اگر مته خزینهٔ استوانه‌ای در دسترس نباشد، می‌توان از متهٔ معمولی با شمارهٔ بزرگتر استفاده کرد.

پیشانی‌تراشی موضعی (شکل ۴ـ۳۱) برای ترازکردن دهانهٔ سوراخ به کار می‌رود، به طوری که واشر یا گُلِ پیچ بتواند به خوبی روی آن بنشیند. ابزار مورد استفاده برای این کار را روی دریل ماشینی نصب می‌کنند. این ابزار قابل تعویض است.

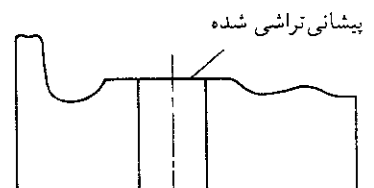


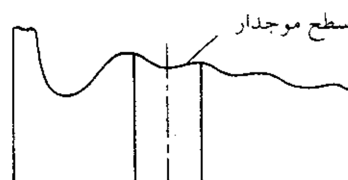


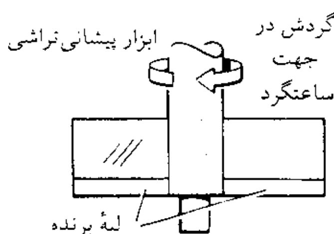
شکل ۴ـ۳۰ خزینه‌زنی استوانه‌ای.

ابزارها و فرایندهای نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی

> در انجام عملیات فلزکاری باید دقت کرد تا مصنوعات طراحی شده به نحو رضایتبخش کار کنند. برای تولید قطعات مرغوب باید در نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی دقت فراوانی به خرج دهید. ابزارهای مورد استفاده برای این عملیات باید در همهٔ کارگاههای آموزش فلزکاری موجود باشند.





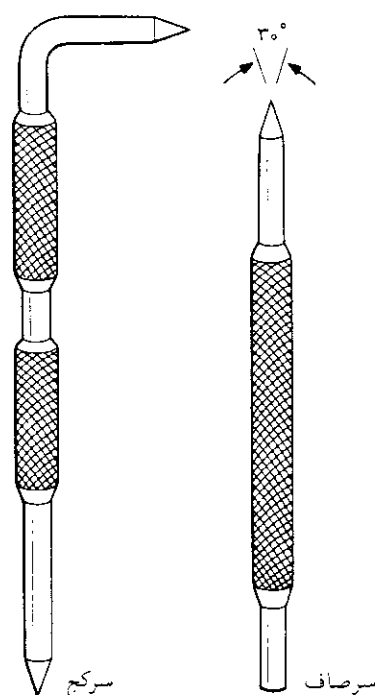


شکل ۴ـ۳۱ پیشانی‌تراشی موضعی.

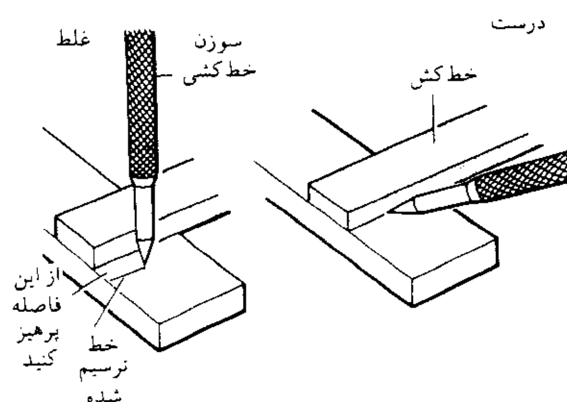
ابزارهای نشانه‌گذاری

پیش از شکل دادن هر قطعه‌کار، ابتدا باید آن را، با ابعاد مورد نظر، نشانه‌گذاری کنید. در نشانه‌گذاری از ابزارهای زیر استفاده می‌شود.

از **سوزن‌خط‌کش** که نوکی از جنس فولاد ابزار سخت‌سازی شده دارد، همراه با گونیای فلزی برای ترسیم خطوط عمود بر، یا موازی با، یک نبش قطعه استفاده‌می‌شود. سوزن‌خط‌کش انواع مختلف دارد (شکل ۴ـ۳۲). سوزن‌خط‌کش سرکج در مواضع دشوار به کار می‌آید. در هنگام کار با سوزن‌خط‌کش



شکل ۴ـ۳۲ انواع سوزن‌خط‌کش.

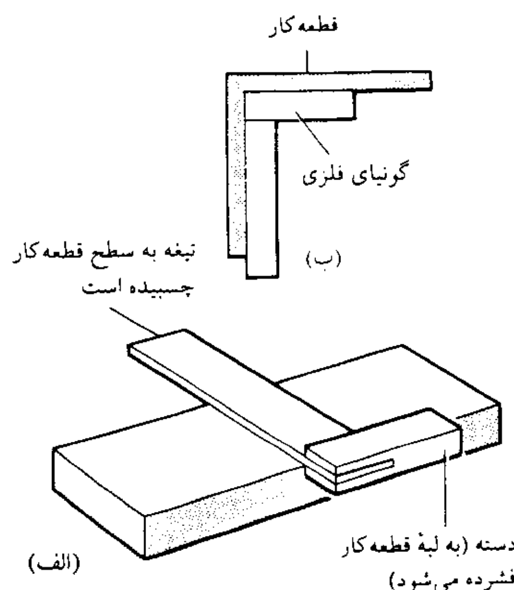


شکل ۴ـ۳۳ نحوهٔ استفاده از سوزن‌خط‌کش.

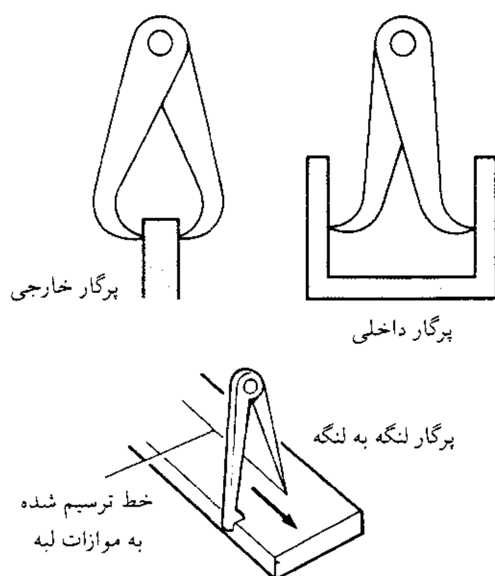
مراقب باشید که نوک‌سوزن در کنجی قرار گیرد که قرار است خط انداخته شود؛ بین لبهٔ گونیا و سوزن نباید فاصله ایجاد شود (شکل ۴ـ۳۳). به سوزن‌خط‌کش چکش نزنید؛ ممکن است سوزن خم شود یا حتی بشکنند.

گونیای فلزی دو بخش اصلی دارد: یک دسته که سخت‌سازی شده است و یک تیغه که سخت‌سازی و بازپخت شده است. از گونیا برای ترسیم خطوط عمود بر لبه‌های صاف قطعه‌کار استفاده می‌شود (شکل ۴ـ۳۴). دستهٔ گونیا را روی لبهٔ قطعه‌کار فشار دهید تا تیغه کاملاً روی سطح قطعه‌کار بنشیند. از گونیای فلزی برای وارسی گونیا بودن کنجها نیز می‌توانید استفاده کنید. گونیا را به جای چکش به کار نبرید؛ ممکن است زاویهٔ گونیا تغییر کند و خطوطی که رسم می‌کنید با هم موازی یا برهم عمود نباشند.

از **پرگار اندازه‌گیری** برای انتقال اندازه‌ها استفاده می‌شود. سه نوع پرگار اندازه‌گیری عبارت‌اند از پرگار داخلی، پرگار خارجی و پرگار با ساقهای لنگه به لنگه، که کاربردهای متفاوتی دارند (شکل ۴ـ۳۵). با چرخاندن ساقهای پرگار داخلی حول مفصل، می‌توانید از آن به جای پرگار خارجی استفاده کنید.

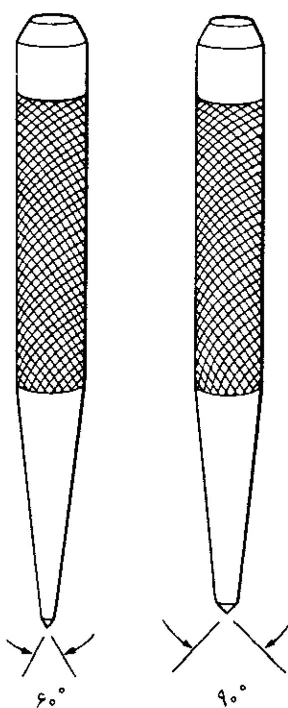


شکل ۴ـ۳۴ نحوهٔ استفاده از گونیای فلزی: الف) ترسیم زاویهٔ قائمه؛ ب) وارسی گونیا بودن.

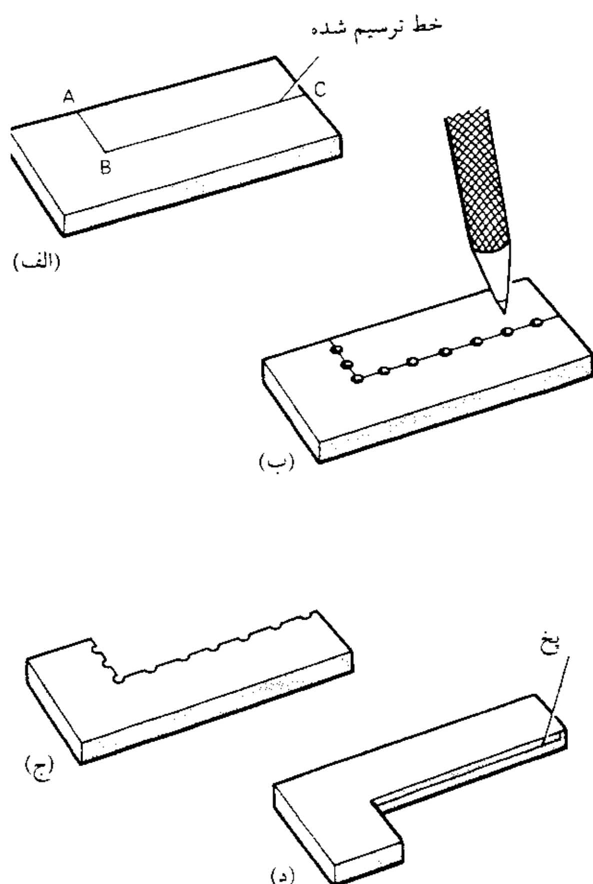


شکل ۴ـ۳۵ نحوهٔ استفاده از پرگار اندازه‌گیری.

از سنبهٔ مرکزنشان و سنبه‌نشان °۶۰ برای مشخص کردن مرکز دایره و فروبردن خطی که قبلاً رسم شده است، برای بهتر دیده‌شدن در هنگام سوهانکاری، استفاده می‌شود. تنها تفاوت این دو نوع سنبه در زاویهٔ نوک آنهاست (شکل ۴ـ۳۶). سنبه‌نشان °۶۰ را از فولاد ابزار، با زاویهٔ نوک °۶۰ می‌سازند. نوک سنبه سخت‌سازی و بازپخت می‌شود و ته آن نرم می‌ماند. از این سنبه برای تعیین محل مرکز دایره، شعاع و کمان، و به ویژه نقطه‌گذاری و مشخص‌سازی خطوط ترسیم شده روی قطعات، برای شناسایی آسانتر در هنگام انجام کارهایی از قبیل سوهانکاری، قلم‌زنی یا سوراخکاری، استفاده می‌شود. بااستفاده از این سنبه، خطوط ترسیم شده واضحتر می‌شوند و آسانتر می‌توان آنها را دید.



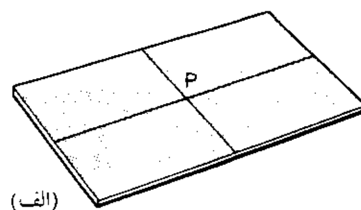
شکل ۴ـ۳۶ سنبه‌نشان °۶۰ و سنبهٔ مرکزنشان.

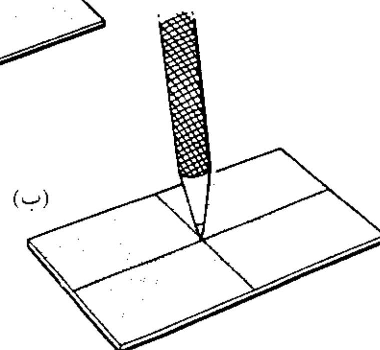


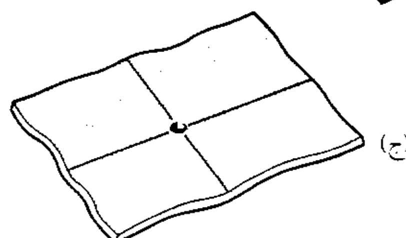
شکل ۴ـ۳۷ مراحل نقطه‌گذاری با سنبه: الف) ترسیم خط؛ ب) نقطه‌گذاری؛ ج) سوهانکاری یا براده‌برداری در امتداد خط A-B-C؛ د) پخ‌زنی برای حذف نقطه‌ها.

مراحل نقطه‌گذاری با سنبه به شرح زیر است (شکل ۴ـ۳۷).

۱. خط مورد نظر را ترسیم کنید.
۲. با استفاده از سنبه، فرورفتگیهای کوچکی، به فاصلهٔ ۶ میلیمتر از هم، در امتداد خط ایجاد کنید.
۳. روی قطعه‌کار عملیات فلزکاری مورد نظر را انجام دهید.







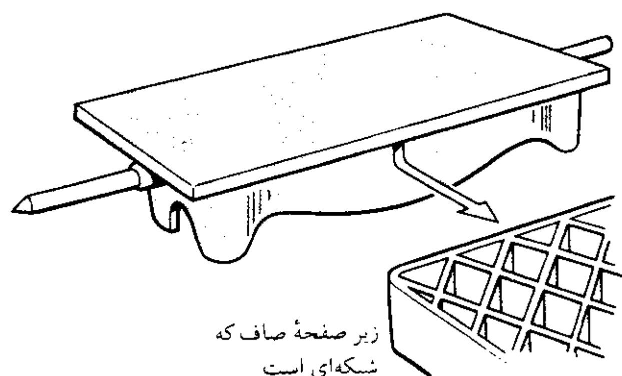
شکل ۴ـ۳۸ مراحل کار با سنبهٔ مرکزنشان: الف) یافتن محل سوراخ؛ ب) نشانه‌گذاری؛ ج) سوراخ نشانه‌گذاری شده.

۴. حال می‌توانید با استفاده از سوهان لبه‌های جدید قطعه‌کار را پخ بزنید و فرورفتگیها (نقطه‌ها) را حذف کنید.

سنبهٔ مرکزنشان را نیز از فولاد ابزار می‌سازند و نوک آن را سخت‌سازی و بازپخت می‌کنند. زاویهٔ نوک این سنبه °۹۰ است. از این سنبه برای تعیین محل سوراخهایی که باید با مته ایجاد شوند استفاده می‌کنند. فرورفتگی ایجاد شده به وسیلهٔ سنبه، به مته امکان می‌دهد که کار خود را درست آغاز کند روش کار به ترتیب زیر است (شکل ۴ـ۳۸):

۱. محل مرکز سوراخ را پیدا کنید.
۲. با استفاده از سنبه و چکش آن را نشانه‌گذاری کنید.

صفحهٔ صاف، «سطح مرجع» مناسب برای وارسی سطوح دیگر را فراهم می‌کند. این صفحه از چدن ریختگی ساخته می‌شود. سطح رویی آن کاملاً تخت است و سطح زیری آن به صورت شبکه ساخته شده تا از تابیدگی صفحه جلوگیری کند (شکل ۴ـ۳۹). از این صفحه برای بستن و تنظیم قطعه‌کار، به منظور خط‌کشی و وارسی، استفاده



شکل ۴ـ۳۹ صفحهٔ صاف.

می‌کنند. از **میز صاف** برای وارسی تخت بودن قطعات بزرگتر استفاده می‌شود.

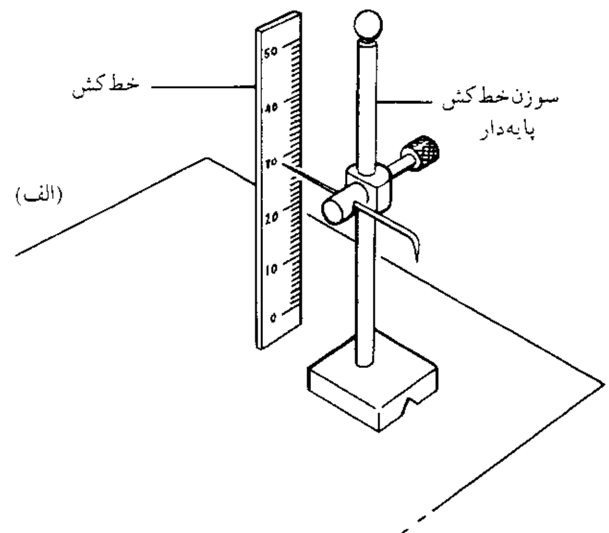
> صفحهٔ صاف یکی از تجهیزات گرانبهای کارگاهی است و در هنگام استفاده از آن باید احتیاط کنید. هرگز به جای سندان یا میز جوشکاری از آن استفاده نکنید. همیشه آن را تمیز نگه دارید و هربار پس از استفاده، آن را روغن بزنید تا زنگ نزند.

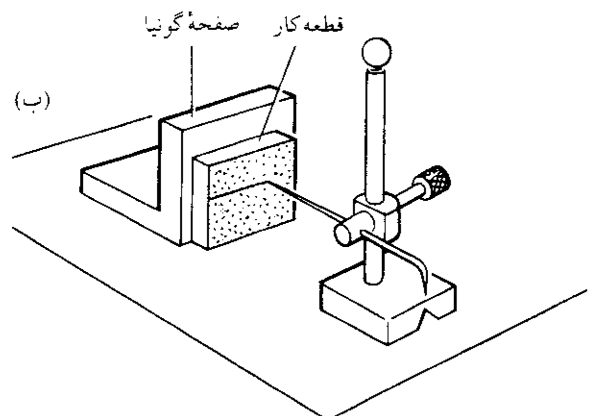
سوزن‌خط‌کش پایه‌دار پایهٔ دقیقی دارد که روی صفحهٔ صاف قرار می‌گیرد تا اندازه‌ها را به قطعه‌کار منتقل کند. این وسیله تشکیل شده است از یک پایه، ستون و یک سوزن‌خط‌کش، که می‌توان آن را به ارتفاع مورد نظر برای خط‌کشی روی قطعه‌کار برد.

از سوزن‌خط‌کش پایه‌دار برای ترسیم خطوط موازی و یافتن مراکز استفاده می‌شود. روش کار در شکل ۴ ـ ۴۰ نشان داده شده است:

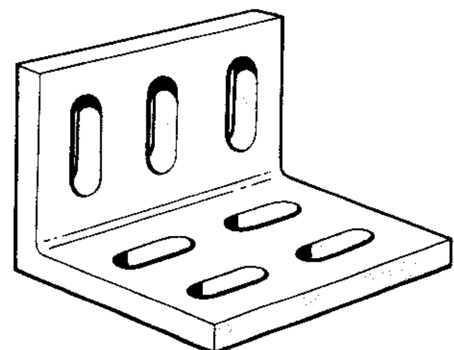
۱. با استفاده از خط‌کش، سوزن را در ارتفاع مورد نظر مستقر کنید (الف).
۲. قطعه‌کار را به‌صفحهٔ گونیا یا گونیای جناغی تکیه‌دهید (ب).
۳. صفحهٔ گونیا را جابه‌جا کنید تا سوزن با سطح قطعه‌کار تماس پیدا کند.

صفحهٔ گونیا یک قطعهٔ ریختگی مرغوب است که از دو سطح ماشینکاری شده با زاویهٔ °۹۰ نسبت به هم تشکیل



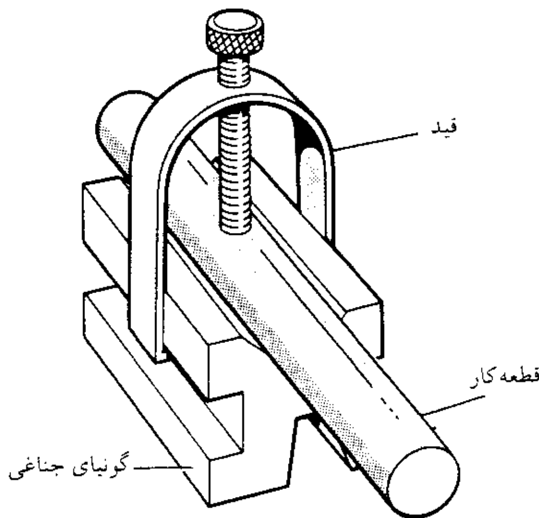


شکل ۴ـ۴۰ نحوهٔ استفاده از سوزن خط کش پایه دار. الف) سوزن را تنظیم کنید. ب) قطعه کار را به صفحهٔ گونیا تکیه دهید و سوزن خط کش را روی آن به حرکت درآورید.



شکل ۴ـ۴۱ صفحهٔ گونیا.

می شود (شکل ۴ـ۴۱). می توانید با استفاده از پیچ مهره هایی که از شکافهای صفحه می گذرند، قطعه کار را به صفحه ببندید. به علاوه، درهنگام استفاده از سوزن خط کش پایه دار، می توانید قطعه کار را به صفحهٔ گونیا بچسبانید (شکل ۴ـ۴۰ ب).



شکل ۴ـ۴۲ نحوهٔ استفاده از گونیای جناغی.

از **گونیای جناغی** به عنوان تکیه گاه قطعات استوانه ای، در هنگام وارسی یا انجام خط کشی روی آنها استفاده می شود. گونیای جناغی را، به صورت جفتی، از چدن می سازند. روی وجوه آن شیارهایی تعبیه شده است، که می توان به آنها قید بست (شکل ۴ـ۴۲). اگر قطعه طویل باشد باید از یک «جفت گونیا» استفاده کنید.

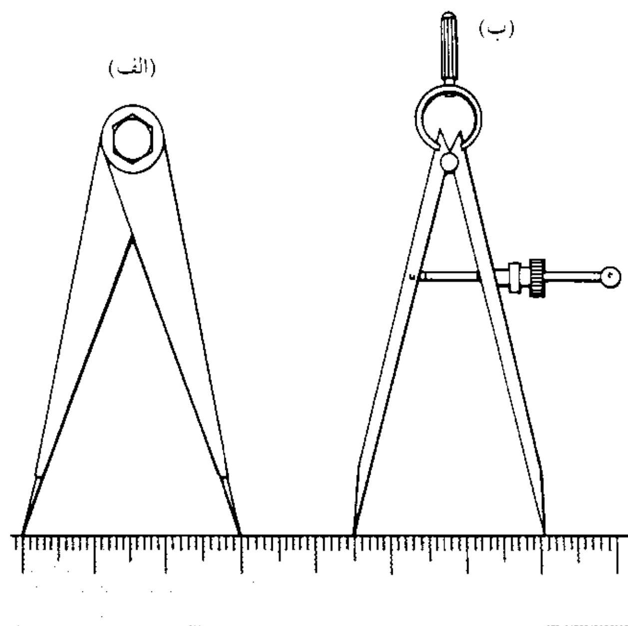
از **پرگار تقسیم** به همان روشی استفاده می شود که در نقشه کشی فنی از پرگار برای ترسیم کمان و دایره و انتقال اندازه استفاده می شود. پرگار تقسیم یک جفت ساق از فولاد ابزار دارد که نوک آنها سخت سازی و بازپخت شده است. انواع پرگار تقسیم عبارت اند از پرگار تقسیم مفصل دار و پرگار تقسیم فنری (شکل ۴ـ۴۳).

> برای انتقال اندازه به قطعه کار و اجتناب از «خطای اختلاف منظر» از پرگار تقسیم استفاده کنید.

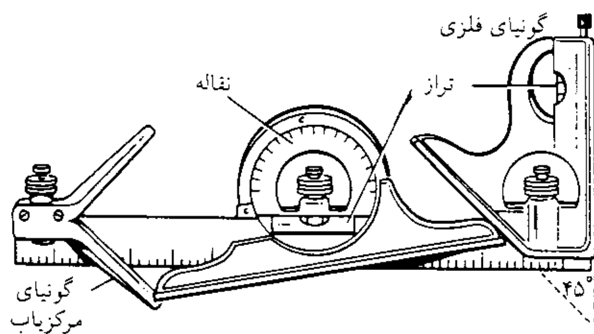
گاهی به این ابزار روغن بزنید تا خراب نشود.

گونیای مرکب (شکل ۴ـ۴۴) یکی از ابزارهای مهم کارگاه است، زیرا می توان آن را به عنوان گونیای مرکزیاب، گونیای فلزی، نقاله، و برای اندازه گیری و وارسی اندازه به کار برد. این گونیا سه بخش دارد که روی خط کشی می لغزند و با استفاده از مهره می توان آنها را در هر وضعیتی ثابت کرد.

بخشهای اصلی گونیای مرکب به شرح زیر است:



شکل ۴ـ۴۳ تنظیم پرگار تقسیم: الف) پرگار تقسیم مفصل‌دار؛ ب) پرگار تقسیم فنری.

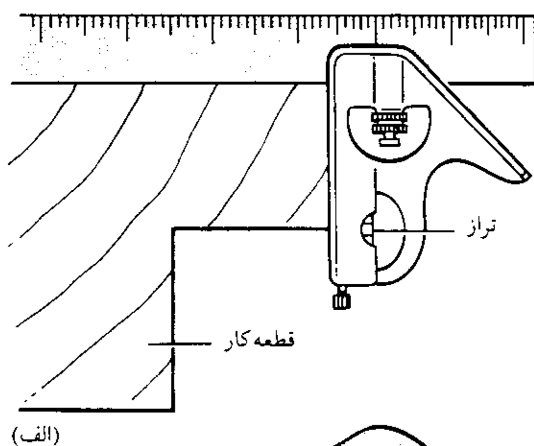


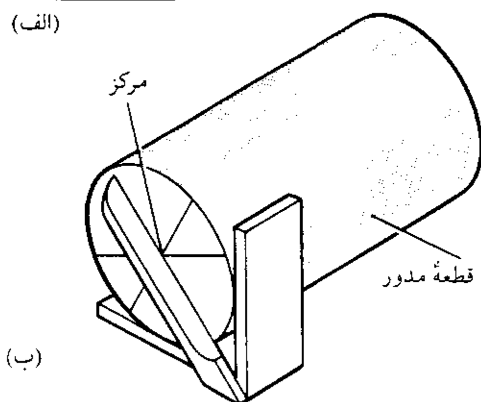
شکل ۴ـ۴۴ گونیای مرکب.

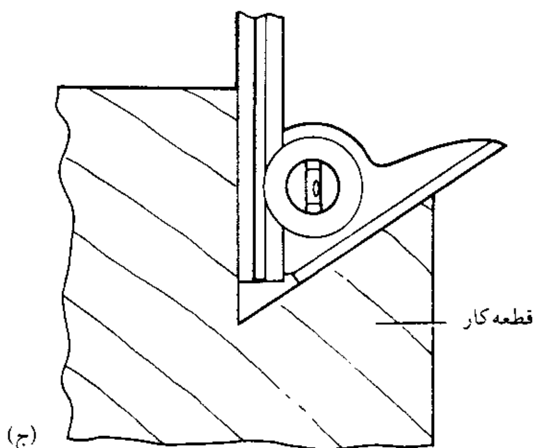
۱. گونیای فلزی زوایای °۴۵ و °۹۰ دارد که می‌توان از آنها برای خط‌کشی یا وارسی قائم بودن سطح استفاده کرد. برای ترسیم زاویهٔ قائمه نیز می‌توان از این بخش استفاده کرد (شکل ۴ـ۴۵ الف).
۲. از گونیای مرکزیاب می‌توان برای یافتن مرکز قطعات دایره‌ای استفاده کرد (شکل ۴ـ۴۵ ب).
۳. به کمک نقاله و خط‌کش می‌توان سطوح زاویه‌دار را اندازه‌گیری یا خط‌کشی کرد (شکل ۴ ـ ۴۵ ج).

ابزارهای اندازه‌گیری و بازرسی

با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری مانند خط‌کش یا گونیای مرکب، می‌توان ابعاد قطعات را به تفصیل اندازه‌گیری کرد.



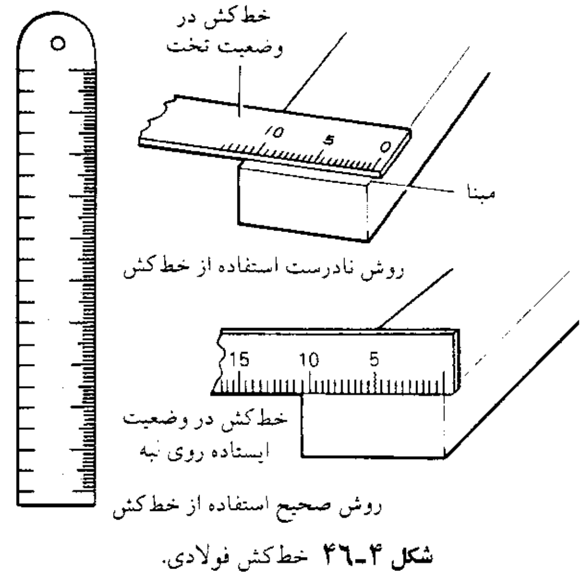




شکل ۴ـ۴۵ نحوهٔ استفاده از گونیای مرکب: الف) گونیای فلزی؛ ب) گونیای مرکزیاب؛ ج) نقاله.

ویژگیهای موجود (مثلاً سوراخها) را نیز می‌توان با ابزارهایی مانند شابلون سوراخ، بازرسی و دقت آنها را وارسی کرد.

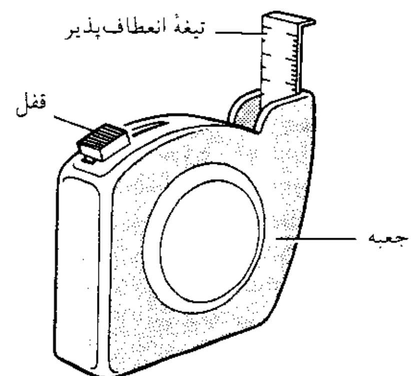
خط‌کش فولادی (شکل ۴ـ۴۶) از فولاد فنری ساخته می‌شود. خط‌کش فولادی یکی از ابتداییترین، اما مهمترین ابزارهای اندازه‌گیری است. طول این خط‌کش معمولاً ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر است. در سیستم متری، خط‌کشها را برحسب سانتیمتر و میلیمتر مدرج می‌کنند.



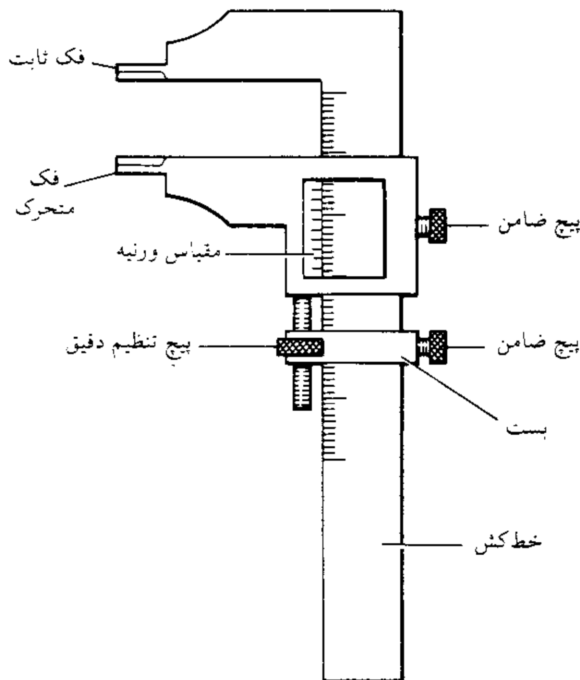
شکل ۴ـ۴۶ خط‌کش فولادی.

در هنگام استفاده از خط‌کش، اندازه‌گیری را باید نسبت به ضلع یا سطح مبنا انجام داد (شکل ۴ـ۴۶). لبهٔ خط‌کش را طوری روی سطح مستقر کنید که درجه‌بندی آن با سطحی که می‌خواهید اندازه‌گیری کنید تماس داشته باشد. اگر خط‌کش را روی کف تخت آن بخوابانید، ممکن است در خواندن آن اشتباه کنید. مراقب باشید که سروته خط‌کش آسیب نبیند. در صورت استفادهٔ نادرست از خط‌کش فولادی، این ابزار کارایی خود را به عنوان ابزار اندازه‌گیری از دست می‌دهد.

متر تاشو (شکل ۴ـ۴۷) تیغه‌ای ساخته شده از فولاد انعطاف‌پذیر دارد که در جعبه‌ای تعبیه شده و فنرسوار است. طول آن، در حالت باز شده، از خط‌کش فولادی بلندتر است و بنابراین برای اندازه‌گیری طولهای بزرگتر (معمولاً تا ۳ متر)



شکل ۴ـ۴۷ متر تاشو.



شکل ۴ـ۴۸ کولیس ورنیه.

به کار می‌رود. این نوع متر را می‌توان در جیب حمل کرد.

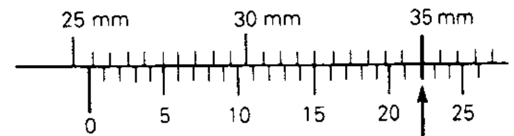
اندازه‌گیری دقیق با خط‌کش بسیار مشکل است، زیرا ناگزیر می‌شوید اندازه را تخمین بزنید. برای اندازه‌گیری دقیق بهتر است از **کولیس ورنیه** استفاده کنید (شکل ۴ـ۴۸). این ابزار از بخشهای زیر تشکیل می‌شود:

۱. تیغهٔ مدرج (مقیاس ثابت)؛
۲. فک ثابت؛
۳. مقیاس ورنیه (مقیاس متحرک)؛
۴. فک متحرک (که به مقیاس متحرک متصل است).

تیغهٔ مدرج را برحسب میلیمتر درجه‌بندی می‌کنند. مقیاس متحرک روی مقیاس ثابت حرکت می‌کند. به فک متحرک بستی متصل است. مقیاس ورنیه را طوری مدرج می‌کنند که تا ۴۹ میلیمتر را نشان دهد. ۵۰ قسمت وجود دارد؛ بنابراین اختلاف بین مقیاس‌ورنیه و مقیاس‌اصلی ۰٫۰۲ میلیمتر است.

برای کار با کولیس ورنیه باید به طور مرتب تمرین کنید تا طرز کار و نحوهٔ استفاده از آن را به خوبی بیاموزید:

۱. فک متحرک را جابه‌جا کنید تا با سطح مورد اندازه‌گیری تماس پیدا کند.



شکل ۴ـ۴۹ اندازه‌گیری با استفاده از کولیس ورنیه.

۲. پیچ روی بست را سفت کنید.
۳. با استفاده از پیچ تنظیم دقیق، ورنیه را جابه‌جا کنید.
۴. فکها را جابه‌جا کنید تا با قطعه تماس پیدا کنند؛ نیروی اضافی به آنها وارد نکنید.
۵. پیچ ورنیه را سفت کنید.

برای خواندن (مثلاً) ۲۵٫۴۴ میلیمتر روی کولیس، تعداد میلیمترهای زیر صفر ورنیه را بشمارید؛ مثلاً در شکل ۴ـ۴۹ تعداد آنها ۲۵ تاست. سپس روی مقیاس ورنیه خطی را پیدا کنید که با خطی از مقیاس ثابت منطبق باشد: در این مورد خطبر ۲۲ منطبق است. برای محاسبهٔ اندازهٔ کل، ۲۲ را در ۰٫۲ ضرب و با ۲۵ جمع کنید. یعنی:

عدد خوانده شده روی مقیاس ثابت = ۲۵٫۰۰ mm

عدد خوانده شده‌روی‌مقیاس ورنیه = (۰٫۴۴ mm) ۰٫۲ × ۲۲

نتیجهٔ نهایی: ۲۵٫۴۴ mm = ۰٫۴۴ + ۲۵٫۰۰

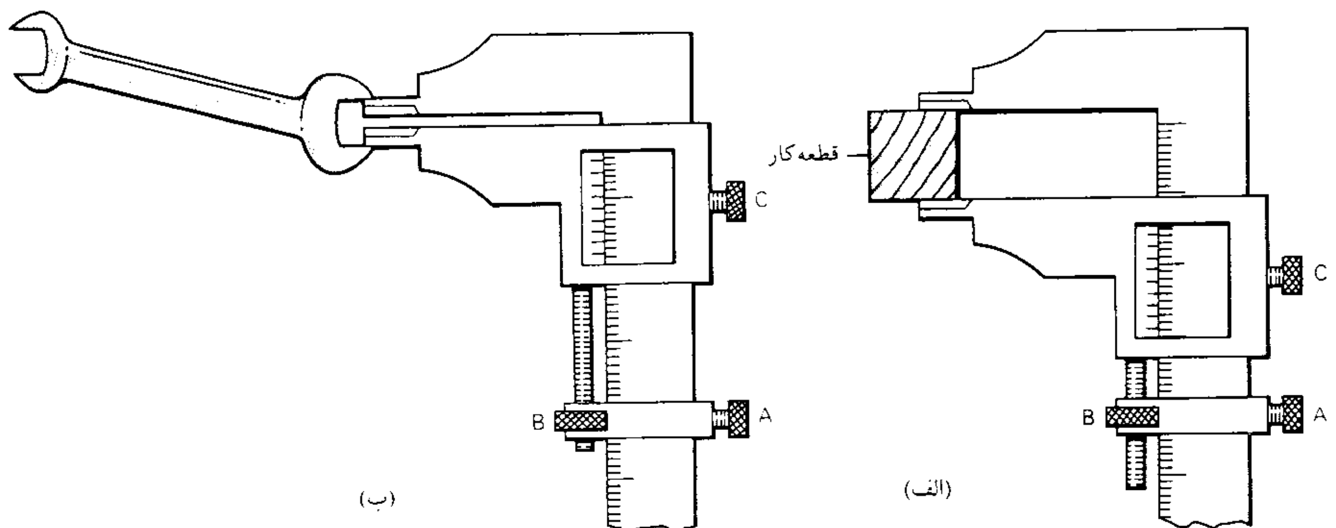
کولیس ورنیه ابزاری سودمند برای اندازه‌گیریهای خارجی و داخلی است (شکل ۴ـ۵۰). در هنگام اندازه‌گیری داخلی باید پهنای فکها را (که معمولاً روی کولیس ثبت شده است) به نتیجهٔ قرائت شده اضافه کنید.

میکرومتر ابزاری بسیار سودمند است. به کمک این ابزار می‌توان با دقتی معادل ۰٫۰۱ میلیمتر اندازه‌گیری کرد. میکرومتر متری می‌تواند در گستره‌های ۲۵ میلیمتری اندازه‌گیری کند (یعنی این میکرومترها را برای فاصلهٔ صفر تا ۲۵ میلیمتر، ۲۵ تا ۵۰ میلیمتر و غیره، می‌سازند). در شکل ۴ـ۵۱ یک نوع میکرومتر متداول نشان داده شده است.

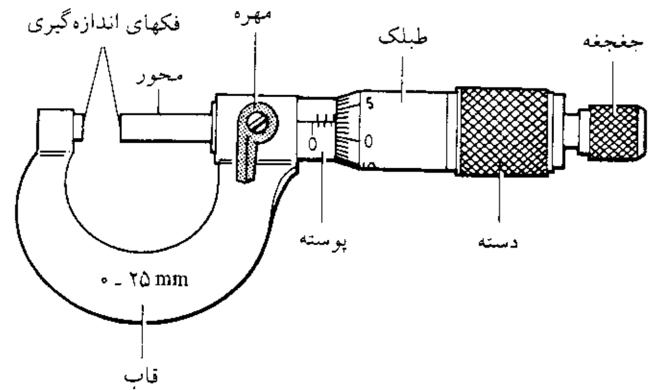
میکرومتر پیچی با گام رزوهٔ ۰٫۵ میلیمتر دارد. یعنی به ازای هر دور چرخش، محور میکرومتر به اندازهٔ ۰٫۵ میلیمتر جلو می‌رود. اما طبلک میکرومتر به ۵۰ درجه تقسیم شده است. بنابراین میزان پیشروی به ازای هر درجهٔ طبلک معادل $\frac{۰٫۵}{۵۰}$ یا ۰٫۰۱ میلیمتر است.

روش کار با میکرومتر به ترتیب زیر است:

۱. قطعهٔ پلاستیکی را در دست بگیرید تا انبساط گرمایی ایجاد نشود.
۲. فکهای اندازه‌گیر را عمود بر سطوح مورد اندازه‌گیری نگه



شکل ۴ـ۵۰ نحوهٔ استفاده از کولیس ورنیه: الف) اندازه‌گیری خارجی؛ ب) اندازه‌گیری داخلی. ابتدا مهرهٔ A را سفت کنید، سپس چرخ B را بچرخانید تا به موضع مورد نظر برسد و سرانجام مهرهٔ C را سفت کنید.



شکل ۴ـ۵۱ میکرومتر خارجی.

دارید تا دقت اندازه‌گیری تضمین شود.

۳. طبلک را بچرخانید تا فکهای میکرومتر با سطح قطعه‌کار تماس پیدا کنند.

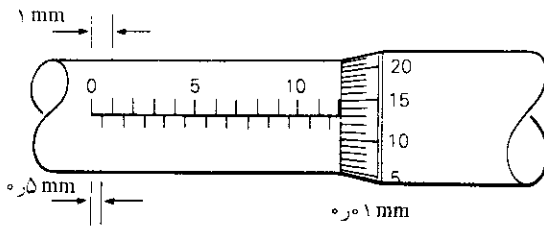
۴. در صورتی که میکرومتر جغجغه دارد، در هنگام چرخاندن طبلک از آن استفاده کنید تا فشار مناسب وارد شود؛ به علاوه، جغجغه باعث می‌شود که فک میکرومتر، پس از تماس با قطعه‌کار، دیگر حرکت نکند.

در شکل ۴ـ۵۲، میکرومتر به ترتیب زیر قرائت می‌شود:

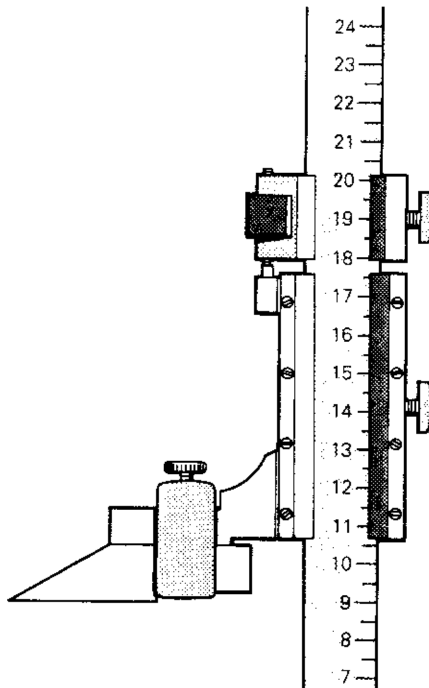
مقیاس اصلی بالایی	۱۲٫۰۰ mm
مقیاس اصلی پایینی (نیم میلیمتر ندارد)	۰٫۰۰ mm
مقیاس طبلک (۰٫۰۱ mm × ۱۳)	۰٫۱۳ mm
نتیجهٔ نهایی	۱۲٫۱۳ mm

میکرومتر ابزاری گرانبهاست و در هنگام کار با آن باید بسیار دقت کنید. رعایت نکات زیر سودمند است.

- میکرومتر را در جایی دور از گرد و غبار نگهداری کنید.
- فکهای میکرومتر را همیشه تمیز نگه دارید تا نتایج دقیق به دست آورید.
- میکرومتر را به طور مرتب روغن بزنید تا زنگ نزنند.
- وقتی از میکرومتر استفاده نمی‌کنید آن را در جعبه قرار دهید.
- روی طبلک یا جغجغه فشار نیاورید.



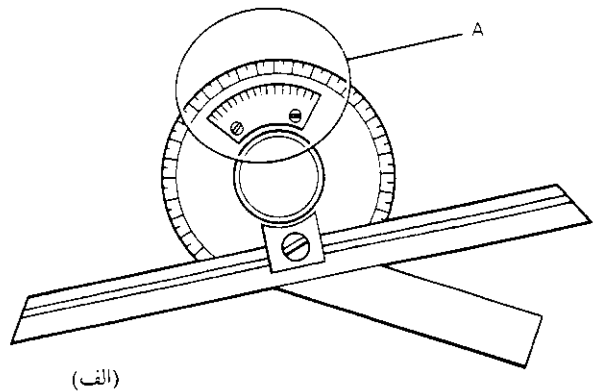
شکل ۴ـ۵۲ نحوهٔ قرائت میکرومتر.

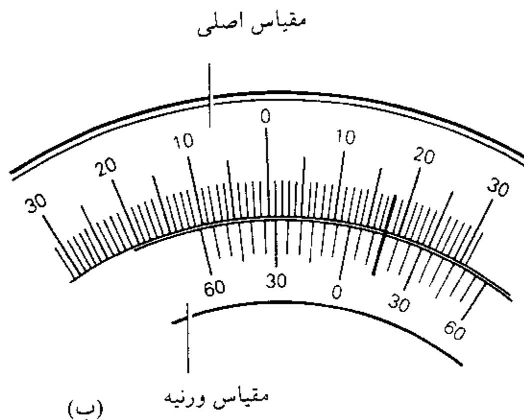


شکل ۴ـ۵۳ ارتفاع‌سنج ورنیه‌دار.

ارتفاع‌سنج ورنیه‌دار یا کولیس ارتفاع‌سنج، همراه با صفحهٔ صاف به کار می‌رود. ارتفاع‌سنج پایهٔ سنگینی دارد. این پایه تکیه‌گاه مقیاس اصلی است که به ترتیبی مشابه کولیس مدرج شده است. ارتفاع‌سنج مکانیسمی برای تنظیم دقیق نیز دارد (شکل ۴ـ۵۳). از این ابزار برای اندازه‌گیری دقیق عمق سوراخها، شیارها، جاخارها و مانند آنها استفاده می‌شود.

با استفاده از **نقالهٔ ورنیه‌دار** می‌توان زاویه‌های تا ۵ دقیقهٔ قوس را اندازه‌گیری کرد (شکل ۴ـ۵۴). در این ابزار از همان مقیاس ورنیه‌ای استفاده می‌شود که قبلاً شرح داده شد. نقالهٔ ورنیه‌دار قطعاتی به شرح زیر دارد: مقیاس اصلی، با تقسیمات زاویه‌ای؛ مقیاس ورنیه، که در هر طرف علامت صفر به ۱۲ درجه تقسیم شده است؛ بازوی چرخان، که





شکل ۴ـ۵۴ الف) نقالهٔ ورنیه‌دار؛ ب) جزئیات A، که قرائت ′۱۵ °۱۲ را نشان می‌دهد.

حرکت مقیاس ورنیه را کنترل می‌کند.

روش کار با نقالهٔ ورنیه‌دار به شرح زیر است:

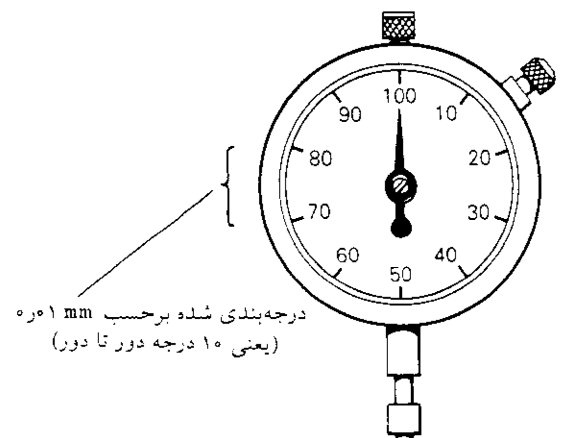
۱. تعداد درجات روی مقیاس اصلی، در هر طرف صفر مقیاس ورنیه را ملاحظه کنید؛ مثلاً در شکل ۴ـ۵۴ (ب)، این مقدار °۱۲ است.

۲. درجه‌ای از مقیاس ورنیه را که با درجه‌ای از مقیاس اصلی منطبق است پیدا کنید. روی این مقیاس تعداد دقیقه‌ها به دست می‌آید که در این مثال ۱۵ دقیقه است.

۳. دو مقدار به دست آمده را با هم جمع کنید تا نتیجهٔ نهایی، یعنی ′۱۵ °۱۲، حاصل شود.

در هنگام استقرار و قرائت نقالهٔ ورنیه‌دار باید دقت کنید تا نتیجهٔ دقیق حاصل شود.

ساعت اندازه‌گیری (شکل ۴ـ۵۵) نوعی مقایسه‌گر است.



شکل ۴ـ۵۵ ساعت اندازه‌گیری.

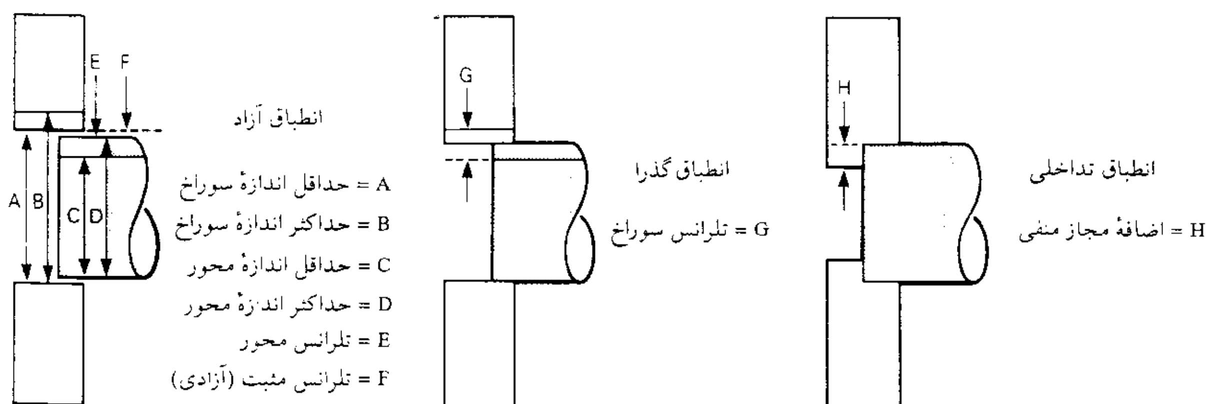
با استفاده از این ابزار می‌توانید اندازه‌ها را مقایسه کنید. این ابزار حرکتهای جزئی را بزرگ می‌کند تا آسان قرائت شود. ساعت اندازه‌گیری، حرکت خطی دُم ساعت را به حرکت چرخشی عقربه تبدیل می‌کند؛ این عقربه روی مقیاس دایره‌ای حرکت می‌کند. این مقیاس به درجه‌های مساوی، هریک معادل ۰٫۰۱ میلیمتر تقسیم می‌شود.

کرانها و انطباقها

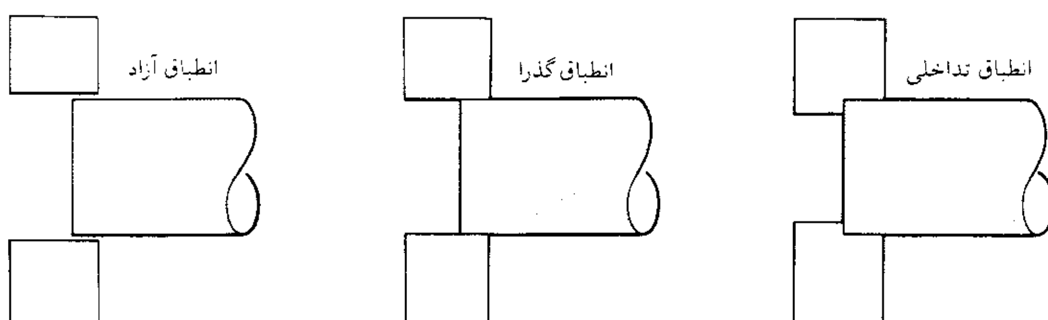
منظور از **کرانها** دو اندازهٔ غایی هر بُعد مفروض است؛ کرانها بزرگترین و کوچکترین اندازهٔ مجاز سوراخ یا محور را نشان می‌دهند.

هر سوراخ کرانهایی دارد. مثلاً ممکن است از شما خواسته شود سوراخی ایجاد کنید که قطر آن حداکثر ۳۰٫۰۱۵ میلیمتر و حداقل ۳۰٫۰۰ میلیمتر باشد. در این مثال ۳۰٫۰۱۵ بزرگترین اندازهٔ مجاز و ۳۰٫۰۰ میلیمتر کوچکترین اندازهٔ مجاز است.

منظور از **انطباق**، سیستم جورکردن محورها و سوراخهاست. سه انطباق پایه در این سیستم عبارت‌اند از آزاد، گذرا و تداخلی. در **انطباق آزاد**، قطر سوراخ از قطر محور بیشتر است. محور را به آسانی می‌توان در سوراخ مونتاژ کرد، زیرا به راحتی وارد سوراخ می‌شود. **در انطباق گذرا**، قطر سوراخ و محور برابر است، برای مونتاژکاری در این حالت به نیروی اندکی نیاز است. **در انطباق تداخلی**، کران پایینی محور از کران بالایی سوراخ بزرگتر است. در این



شکل ۴ـ۵۶ سیستم سوراخ ـ پایه (سه نوع انطباق).



شکل ۴ـ۵۷ سیستم محور ـ پایه.

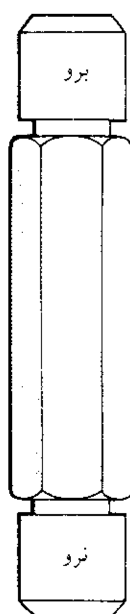
حالت برای مونتاژکردن به نیروی زیادی نیاز است. **اضافهٔ مجاز** اختلاف بین کران بالایی سوراخ و کران بالایی محور است. **تلرانس**، اختلاف بین کرانهای بالایی و پایینی محور یا سوراخ است.

در **سیستم سوراخ ـ پایه** (شکل ۴ـ۵۶)، همهٔ اندازه‌های سوراخ کرانهای مساوی دارند و انطباقها از ایجاد کرانهای مختلف روی محورها حاصل می‌شود. در **سیستم محور ـ پایه**، حدهای محور، برای هر اندازهٔ مفروض، یکسان است. با تغییر اندازهٔ سوراخ، انطباقهای مختلف نتیجه می‌شود (شکل ۴ـ۵۷).

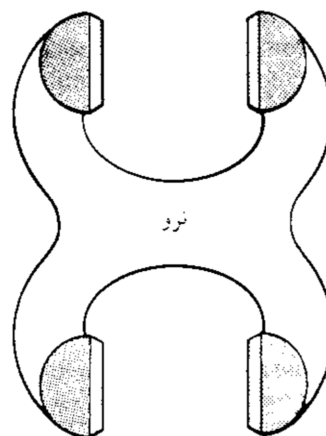
کران‌سنج

از کران‌سنج برای بازرسی استفاده می‌شود. کران‌سنج جانشین ساده‌ای برای ابزارهای اندازه‌گیری پیچیده است. کران‌سنجها دو سر دارند: یک سر معرف کران بالا و سر دیگر معرف کران پایین‌است.شابلون سوراخ و ضخامت‌سنج نمونه‌هایی از کران‌سنج‌اند.

از **شابلون سوراخ** (شکل ۴ـ۵۸) برای بازرسی



شکل ۴ـ۵۸ شابلون سوراخ.



شکل ۴ـ۵۹ ضخامت‌سنج.

سوراخها استفاده می‌شود. شابلون دو سر «برو» و «نرو» دارد، که سخت‌سازی و سنگ‌زنی شده‌اند. اگر سر «برو» وارد سوراخ شود، نتیجه می‌گیریم که قطر سوراخ از کران پایینی بیشتر است. اگر سر «نرو» وارد سوراخ نشود، قطر سوراخ از کران بالایی کمتر است و می‌توان سوراخ را قبول کرد. از ضخامت‌سنج برای وارسی اندازهٔ صفحه‌های آماده شده استفاده می‌شود (شکل ۴ـ۵۹). ضخامت‌سنج دو دهانهٔ «برو» و «نرو» دارد که بازرسی را آسان می‌کنند.

■ **مرور مطالب این فصل**

ابزارهای رومیزی مختلفی در کارگاه‌های آموزشی به کار می‌روند که به شرح زیرند.

● سوهان از فولاد ابزار کربنی، با حدود ۱٫۳ درصد کربن، ساخته می‌شود. بخشهای اصلی آن عبارت‌اند از دسته، دُم و آج.

● انواع مختلف سوهان برای کارهای مختلف موجود است.

● با اره می‌توان مواد را برش داد. انواع اره عبارت‌اند از کمان‌اره، کمان‌ارهٔ کوچک، ارهٔ ورق‌بر و ارهٔ سوراخ‌بر.

● قلم را از فولاد ریختگی یا فولاد آلیاژی می‌سازند؛ قلم یک لبهٔ برنده دارد که سخت‌سازی و بازپخت شده است. آن را قلم سردبُر هم می‌نامند زیرا روی فلزات سرد به کار می‌رود. انواع قلم عبارت‌اند از نیمگرد، دَم‌باریک، دَم‌پهن و نوک‌تیز. معمولاً از قلم برای قلم‌بُری، برش و قلم‌زنی استفاده می‌شود.

● از چکش برای کمک به قلم‌بُری، برش، قلم‌زنی، سنبه‌کاری و پرچکاری استفاده می‌شود. متداولترین چکش، چکش سرگِرد است.

● حدیده و قلاویز برای رزوه‌کاری به کار می‌روند. در قلاویزکاری، باید از آب‌صابون استفاده کرد تا اصطکاک کاهش یابد و براده‌ها پاک شوند. برای رزوه‌کاری داخلی از قلاویز و برای رزوه‌کاری خارجی از حدیده استفاده می‌شود.

● کارگیره، گرفتن قطعات برای انجام عملیات مختلف روی آنهاست.

ابزارهای خط‌کشی و نشانه‌گذاری به شرح زیرند:

● از سوزن خط‌کش برای ترسیم خطوط موازی یا عمودی استفاده می‌شود؛ این سوزن را همراه گونیای فلزی به کار می‌برند.

● از پرگار اندازه‌گیری برای انتقال اندازه‌ها استفاده می‌شود.

● سنبهٔ مرکزنشان و سنبه‌نشان °۶۰، برحسب زاویهٔ نوک از هم متمایز می‌شوند؛ زاویهٔ نوک سنبهٔ مرکزنشان °۹۰ و زاویهٔ نوک سنبه‌نشان °۶۰، چنانکه از نام آن پیداست، °۶۰ است.

● خط‌کش فولادی، کولیس ورنیه، میکرومتر، کولیس ارتفاع‌سنج، نقالهٔ ورنیه‌دار، ساعت اندازه‌گیری و کران‌سنج، ابزارهای اندازه‌گیری و بازرسی‌اند.

● همه این ابزارها گران‌قیمت‌اند. مراقب باشید به آنها صدمه نزنید. پیش از قراردادن در جعبه به آنها روغن بزنید تا زنگ نزنند.

تمرین و پرسش

۱. ابزارهای دستی زیر را شرح دهید:
الف) سوهان ب) اره ج) قلم د) پرگار تقسیم

۲. نحوهٔ سوهانکاری دوطرفه را تشریح کنید.

۳. منظور از پُرشدن سوهان چیست و چگونه می‌توان از آن جلوگیری کرد؟

۴. الف) از هریک از تیغ‌اره‌های زیر برای چه کاری استفاده می‌شود؟ ۱۴ تا ۱۸ دندانه در ۲۵ mm؛ ۲۴ دندانه در

۲۵ mm ؛ ۳۲ دندانه در ۲۵ mm.

ب) نحوهٔ بستن تیغ‌اره به کمان را،با رسم شکل،شرح دهید.

۵. تفاوت بین قلم‌زنی، برش و قلم‌بُری را شرح دهید. از شکل استفاده کنید.

٦. نحوهٔ قلاویزکاری سوراخی به قطر ۱۲ mm را شرح دهید.

۷. فرایندهای زیر را، با رسم شکل، شرح دهید:

الف) خزینه‌زنی ب) پیشانی‌تراشی موضعی

۸. هریک از ابزارهای زیر چه کاربردی دارد؟

الف) صفحهٔ گونیا ب) صفحهٔ صاف ج) گونیای جناغی

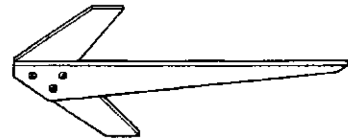
۹. نحوهٔ قرائت فاصلهٔ ۲۰ mm ر ۳۰ را با استفاده از میکرومتر متری با گسترهٔ ۵۰ - ۲۵ mm شرح دهید.

۱۰. انطباقهای زیر را تعریف کنید:

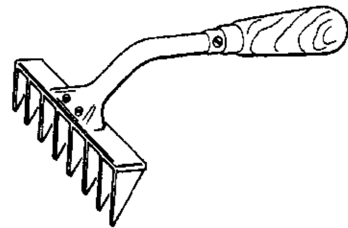
الف) انطباق تداخلی ب) انطباق گذرا ج) انطباق آزاد

۱۱. شابلون سوراخ و ضخامت‌سنج را شرح دهید.

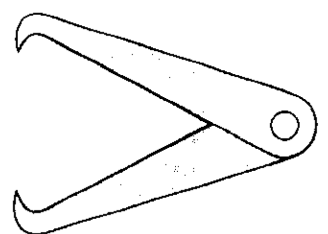
۱۲. در شکلهای ۴ـ۶۰ تا ۴ـ۶۶ چند نمونه از وسایلی که باید در کارگاه بسازید نشان داده شده است. جنس و ابعاد آنها را خودتان انتخاب کنید و پیش از اقدام به ساخت آنها، به کمک مربی خود، نقشه‌های اجرایی برای آنها بکشید.



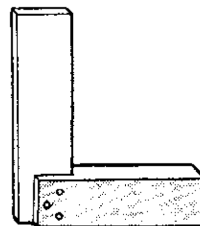
شکل ۴ـ٦۰ مرکزیاب.



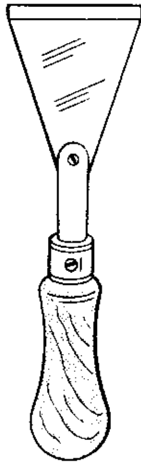
شکل ۴ـ٦۱ شن‌کش باغبانی.



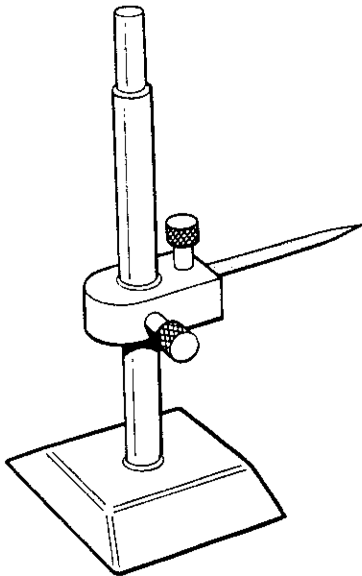
شکل ۴ـ٦۲ پرگار اندازه‌گیری.



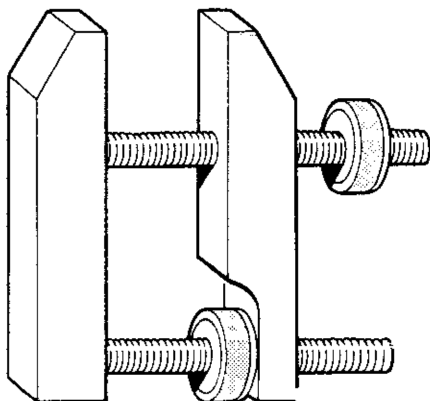
شکل ۴ـ٦۳ گونیای فلزی.



شکل ۴ـ٦۴ کاردک نقاشی.



شکل ۴ـ٦۵ سوزن‌خط‌کش پایه‌دار.



شکل ۴ـ٦٦ گیرهٔ دستی.

۵

ابزارها و فرایندهای آهنگری

مقدمه

آهنگری فرایندی است که آهنگر از طریق آن فلزات گداخته را شکل می‌دهد. وقتی فولاد گرم شود (تا دمای $600^\circ C$) رنگ آن سرخ می‌شود. اگر فولاد را گرمتر کنیم و دمای آن را به حدود $1200^\circ C$ برسانیم، رنگ آن سفید می‌شود. فولاد بین این دماها مومسان (چکش‌خوار) است و می‌توان آن را آهنگری کرد. فرایند آهنگری مستلزم مهارتی است که باید به تدریج و طی زمانی طولانی کسب شود. در این فصل به بحث در مورد ابزارها، تجهیزات و فرایندهای آهنگری و مقررات ایمنی که باید رعایت کنید، می‌پردازیم.

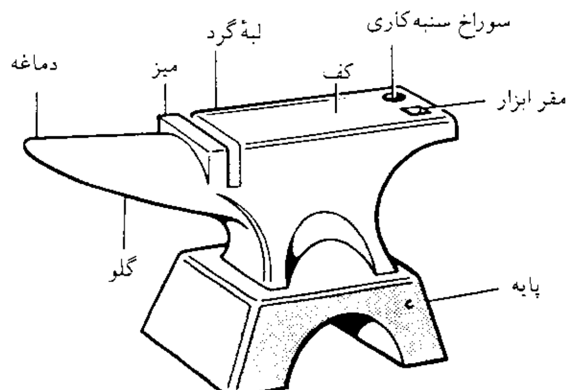
ابزارهای آهنگری

آهنگر، غیر از پتک و سندان، از ابزارهای دیگری هم استفاده می‌کند. در این بخش با ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در کارگاه آهنگری آشنا می‌شویم.

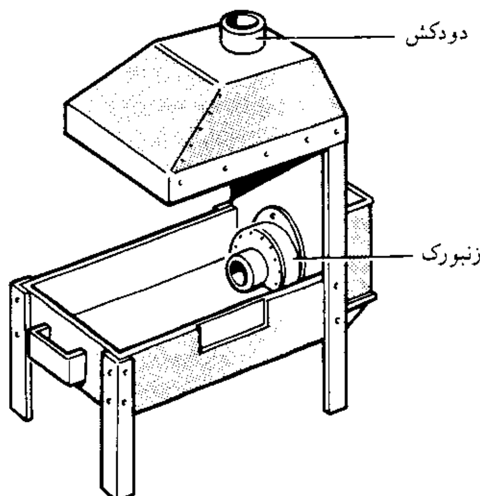
سندان (شکل ۵-۱) از چدن یا فولاد ساخته می‌شود و سطح آن را سخت می‌کنند. سندانها را معمولاً بر اساس وزن دسته‌بندی می‌کنند. سندان روی پایه‌ای چدنی یا قطعه‌ای چوب محکم قرار داده می‌شود. **دماغهٔ** سندان شکلهای مختلفی دارد و به کمک آن می‌توان فلزات را به شکل دلخواه آهنگری کرد. سایر بخشهای سندان عبارت‌اند از **مقر ابزار**، که می‌توان دسته‌ها، قرارها و قرارهای دم را در آن جای داد (این ابزارها را در ادامهٔ همین فصل شرح می‌دهیم)؛ **سوراخ سنبه‌کاری** و **میز** که قلم‌زنی یا برش روی آن انجام می‌شود.

فلزاتی که باید پتک‌کاری، خم یا قلم‌زده شوند در **کورهٔ آهنگری** (شکل ۵-۲) گرم می‌شوند؛ این روش متعارف گرم کردن فلزات است. اگر کوره از فولاد نرم ساخته شده باشد باید جداری از آجر نسوز برای آن تعبیه کرد تا آتش ورقهای فولاد را نسوزاند. بعضی از کوره‌ها را از آجر، گل رس یا چدن می‌سازند و بنابراین به جدار نسوز نیاز ندارند.

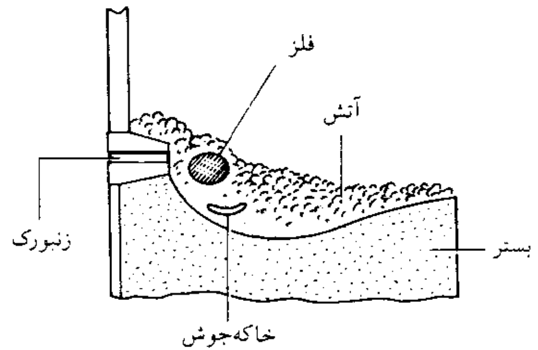
کورهٔ آهنگری یک هواکش و یک دودکش دارد که به کمک یک بادزن مکنده، دود را تخلیه می‌کند. در جلو کوره



شکل ۵-۱ سندان و پایه.



شکل ۵-۲ کورهٔ آهنگری.



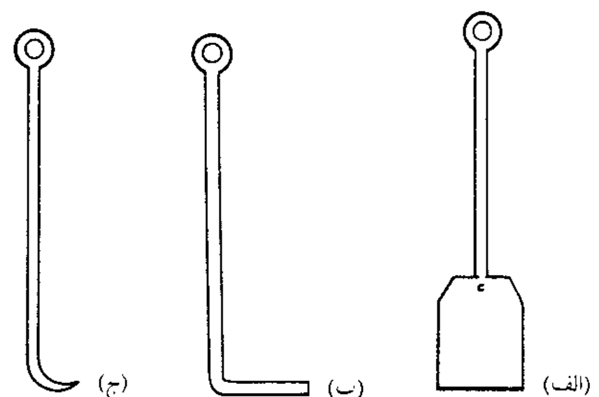
شکل ۵ـ۳ کورهٔ آهنگری.

باید ظرف آبی قرارداد. از این ظرف برای سرد کردن فلزات و ابزارها استفاده می‌کنند. هوا به وسیلهٔ دمندهٔ برقی یا دَم آهنگری و از طریق، زنبورک، به داخل کوره رانده می‌شود.

سوخت کورهٔ آهنگری زغال‌سنگ، کک و غیره است. برای روشن کردن کوره (شکل ۵ـ۳) می‌توانید از تراشهٔ چوب استفاده کنید. در صورت استفاده از تراشهٔ چوب دود تولید می‌شود؛ اگر فوتک در اختیار داشته باشید، کار تمیزتر انجام می‌شود. با استفاده از مسلفه، خاکستر و خاکه‌جوش تولید شده در کوره را بیرون بیاورید و آتش را همواره تمیز نگه دارید.

ابزارهای مورد استفاده در کورهٔ آهنگری عبارت‌اند از بیل، برای جمع‌آوری کک؛ سیخ کوره، برای شل‌کردن خاکه‌جوش تشکیل شده؛ و مسلفه برای بیرون کشیدن آن (شکل ۵ـ۴).

در آهنگری قطعه‌کار (یعنی فلز گداخته) را با انبر نگه



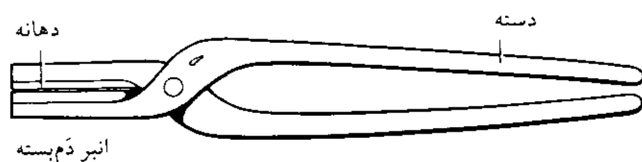
شکل ۵ـ۴ ابزارهای کورهٔ آهنگری الف) بیل؛ ب) مسلفه؛ ج) سیخ کوره.

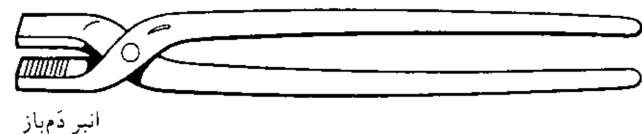
می‌دارند تا عملیات آهنگری روی آن انجام شود. انبر را از فولاد نرم می‌سازند و از دو قطعهٔ پرچ شده به هم تشکیل می‌شود. هر انبر از دو بخش اصلی تشکیل می‌شود، دسته و دهانه. برای گرفتن قطعه‌کارهایی به شکلهای مختلف، انبرهایی با دهانه‌های متفاوت ساخته‌اند. انواع متداول انبر در شکل ۵ـ۵ نشان داده شده است.

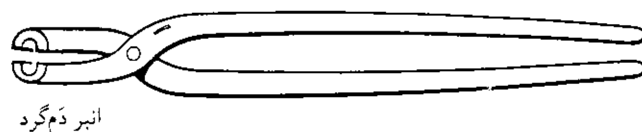
۱. **انبر دَم‌بسته.** از این نوع انبر برای گرفتن قطعات مستطیلی بسیار سبک استفاده می‌شود.
۲. **انبر دَم‌باز.** این انبر دهانه‌ای تخت و باز دارد و وقتی انبر بسته می‌شود، فکهای آن باز می‌مانند. از این انبر برای گرفتن قطعات مستطیلی ضخیمتر استفاده می‌شود.
۳. **انبر دَم‌گرد.** وقتی این انبر بسته می‌شود دهانهٔ آن سوراخی دایره‌ای تشکیل می‌دهد و به‌کمک همین سوراخ می‌توان میله‌های با مقطع دایره یا مربع را، در امتداد طول گرفت.
۴. **انبر گازانبری.** از این نوع انبر برای برداشتن و گرفتن فلزات گداخته استفاده می‌شود، اما برای نگه داشتن قطعات در حین آهنگری از آن استفاده نمی‌کنند.
۵. **انبر دَم‌جناغی.** این انبر دهانه‌ای جناغی دارد و برای گرفتن میله‌های مربعی، در امتداد طولی، به کار می‌رود.
۶. **انبر دَم چارگوش.** از این انبر برای گرفتن قطعات سنگین با مقطع مربعی یا مستطیلی استفاده می‌شود.
۷. **انبر فرفورژه.** از این انبر برای ساختن فرفورژه استفاده می‌شود.
۸. **انبر همه‌کاره.** در طول فک این انبر سه سوراخ و یک شیار تعبیه شده است و برای انجام کارهای عمومی از آن استفاده می‌شود.

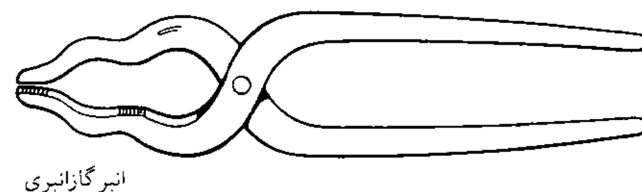
قالب قرار (شکل ۵ـ۶) از چدن ساخته می‌شود. این قالب قطعه‌ای مستطیلی است که تعدادی شیار با اندازه‌ها و شکلهای مختلف (جناغی، نیمگرد، چهارگوش و غیره) برای خمکاری و سوراخکاری روی آن تعبیه شده است. قالب قرار پایه دارد.

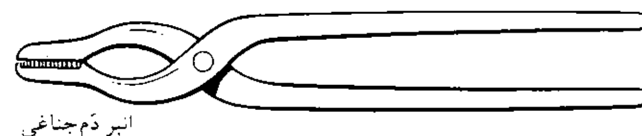
پتک (شکل ۵ـ۷ الف) چکشی بسیار سنگین است که

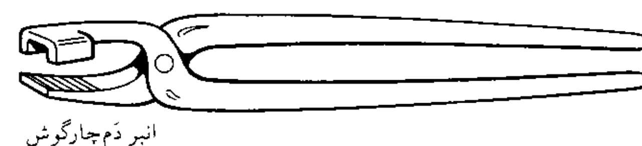


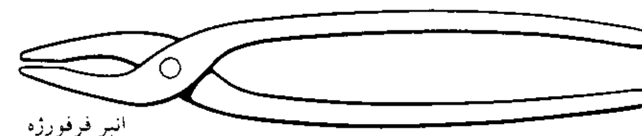


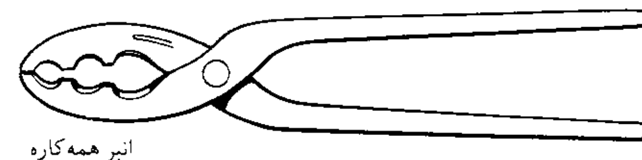






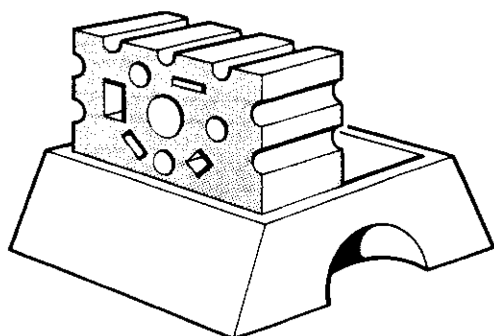




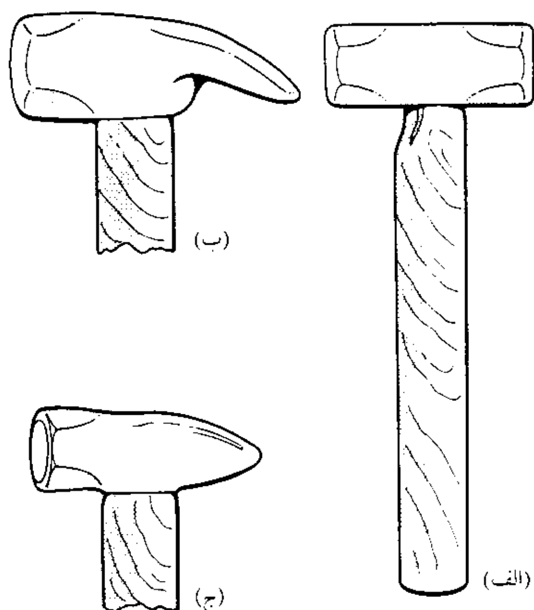


شکل ۵ـ۵ انبرهای آهنگری.

سری سنگین و دسته‌ای دراز دارد. سر پتک می‌تواند تیز، تخت، گرد یا دوسر باشد. وزن پتک بین ۴ تا ۹ کیلوگرم است.



شکل ۵ـ٦ قالب قرار و پایهٔ آن.

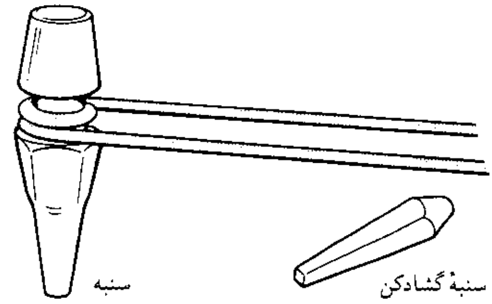


شکل ۵ـ۷ پتکها: الف) پتک دوسر؛ ب) پتک سرتیز؛ ج) چکش آهنگری.

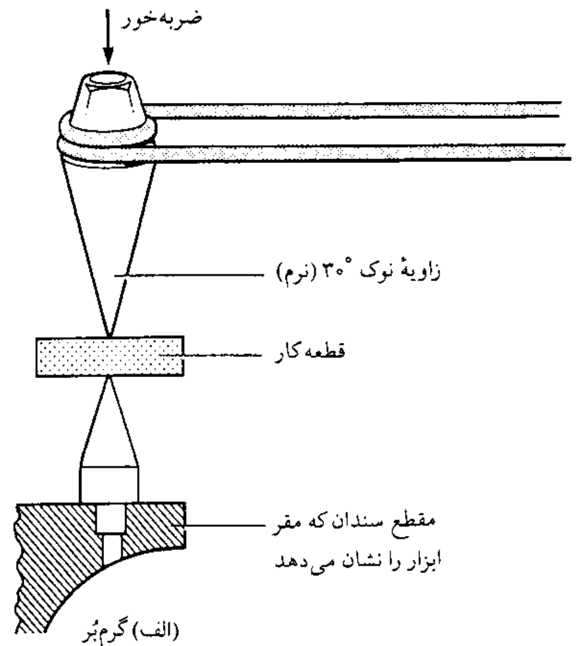
چکش آهنگری (شکل ۵ـ۷ ج) سری شبیه پتک دارد، اما سر و دستهٔ آن به سنگینی سر و دستهٔ پتک نیست. وزن چکش آهنگری ۱ تا ۵ر۱ کیلوگرم است و برای انجام کارهای سبک به کار می‌رود.

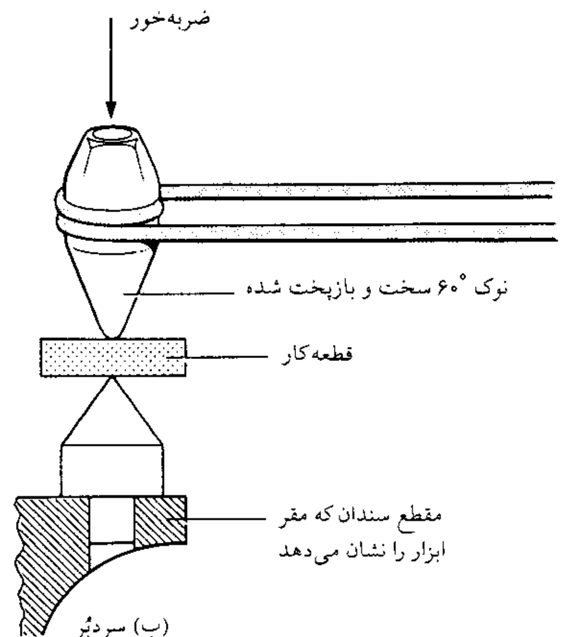
سنبه را از فولاد ریختگی می‌سازند. از سنبه بیشتر برای ایجاد سوراخ ـ با مقطع دایره یا مربع ـ در فلزات گداخته استفاده می‌کنند. وقتی با سنبه سوراخ ایجاد می‌کنید، بهتر است سنبه را از دو طرف کار بکوبید تا در نتیجهٔ برخورد با کف سخت سندان آسیب نبیند. برای سنبه یک دستهٔ سیمی می‌سازند (شکل ۵ـ۸).

سنبهٔ گشادکن سنبه‌ای بزرگ و مخروطی است که کار

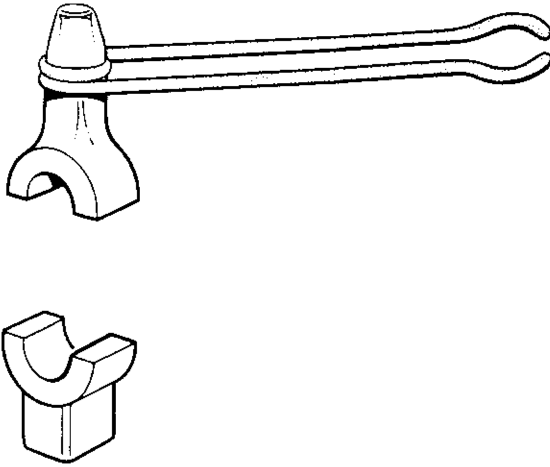


شکل ۵ـ۸ سنبه و سنبهٔ گشادکن.





شکل ۵ـ۹ قلمها: الف) قلم گرم‌بُر؛ ب) قلم سردبُر.



شکل ۵ـ۱۰ قرار.

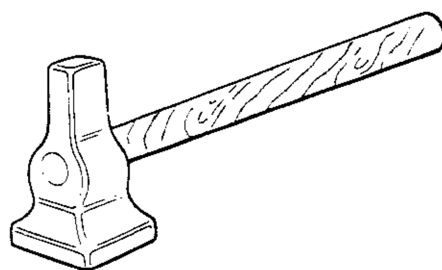
آن گشاد کردن سوراخی است که قبلاً ایجاد شده است. به کمک این ابزار می‌توان سوراخهایی با شکلها و اندازه‌های مورد نظر ایجاد کرد. معمولاً از سنبهٔ گشادکن روی مقر ابزار یا سوراخ سنبهٔ سندان، یا روی قالب قرار، استفاده می‌کنند.

در آهنگری برای بریدن قطعات آهنگری شده از قلم (شکل ۵ـ۹) استفاده می‌کنند. قلمها به دو دستهٔ اصلی تقسیم می‌شوند: سردبُر و گرم‌بُر. **قلم گرم‌بُر** که نازکتر است، فلز گداخته را برش می‌دهد. زاویهٔ نوک این قلم °۳۰ است. **قلم سردبُر** زاویهٔ نوک °۶۰ دارد و برای بریدن فلزات سرد به کار می‌رود. قلمهای آهنگری معمولاً دسته‌های بلندی دارند و با پتک به آنها ضربه می‌زنند. قلمها را به صورت جفتی به کار می‌برند.

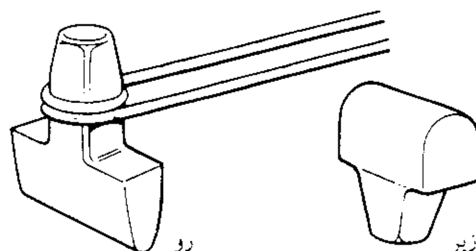
قرارها را به صورت جفتی (قرار بالا و قرار پایین) می‌سازند (شکل ۵ـ۱۰). قرار بالایی معمولاً دسته دارد و با پتک به آن ضربه می‌زنند. قرار پایینی در مقر ابزار مستقر می‌شود. برای تولید یک قطعهٔ دایره‌ای خوب، آن را روی قرار پایینی می‌گذارند و قرار بالایی را با پتک می‌کوبند.

آهنکوب (شکل ۵ـ۱۱) برای صاف کردن قطعه‌کار، یا پرداختکاری آن پس از لاغرسازی به کار می‌رود.

قرار دم، مانند قرار، به صورت جفتی (بالا و پایین)، برای تولید پله، قبل از کاهش مقطع، یا برای کاهش مقطع به کار



شکل ۵ـ۱۱ آهنکوب.



شکل ۵ـ۱۲ قرار دم.

مـی‌رود (شکـل ۵ـ۱۲). هـدف از بـه کـارگیری ایـن ابـزار جلوگیری از لوله‌شدن قطعه‌کار (ایجاد سرهای تـوخالی در آن) است.

فرایندهای آهنگری

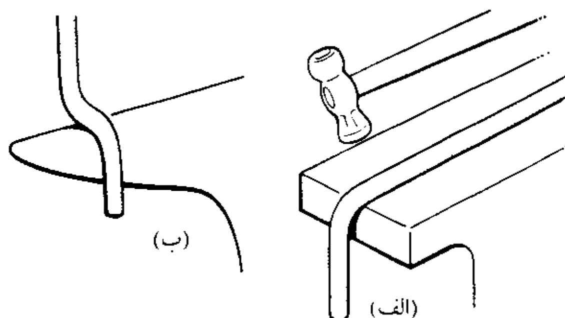
آهنگری فرایند شکل دادن فلزات گرم است.

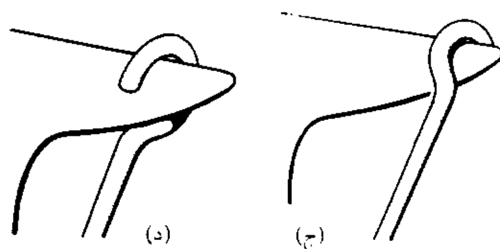
آهنگر با استفاده از ابزارهایی که در بالا شرح داده شد، فرایندهای مختلف شکل دادن را انجام مـی‌دهد. در ادامـهٔ مطلب فرایندهای متداولتر آهنگری را شرح می‌دهیم.

خمکاری

خمکاری (شکل ۵ـ۱۳) فرایند دشواری نیست؛ خمکاری به مهارت زیادی نیاز ندارد و مراحل آن به شرح زیر است:

۱. با استفاده از گچ، طولی را که می‌خواهید خم کنید، نشانه بگذارید.
۲. قسمتی را که باید خم شود گرم کنید.
۳. خط نشانه را روی سندان بگذارید.
۴. با استفاده از چکشی با وزن مناسب، طول مورد نظر را با زاویهٔ دلخواه خم کنید (شکل ۵ـ۱۳ الف).





شکل ۵ـ۱۳ خمکاری و ساخت قلاب: الف) مرحلهٔ اول ـ خمکاری با زاویهٔ قائمه؛ ب) مرحلهٔ دوم؛ ج) مرحلهٔ سوم؛ د) مرحلهٔ آخر.

اگر می‌خواهید قلاب درست کنید، کار را به ترتیب زیر ادامه دهید:

۵. قـطعه را روی دمـاغهٔ سـندان بـرگردانید و سـر آن را چکش‌کاری کنید (شکل ۵ـ۱۳ ب).
۶. همین عمل را از طرف دیگر انجام دهید (شکل ۵ـ۱۳ ج).
۷. قطعه را دوباره بچرخانید و به کمک دماغهٔ سـندان آن را کاملاً خـم کـنید و بـه شکـل قـلاب دربیاورید (شکـل ۵ـ۱۳ د).

هرگز سعی نکنید قلاب را مستقیماً شکل دهـید؛ ابـتدا میله را با زاویهٔ قائمه خم کنید.

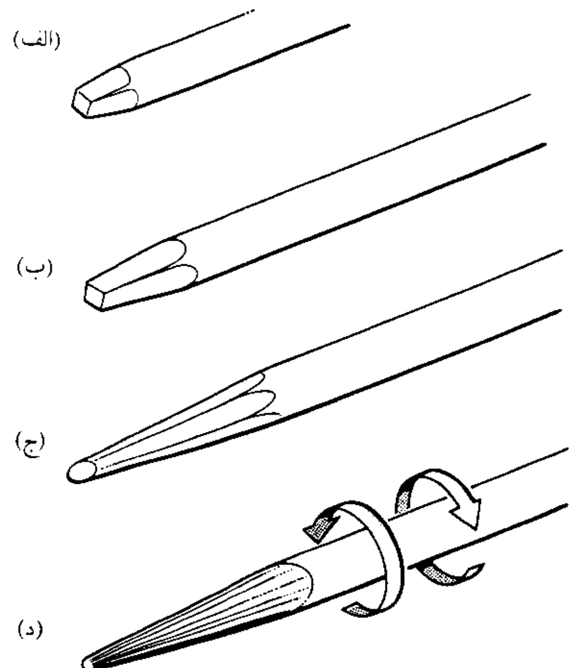
حال می‌خواهیم طول میلهٔ لازم بـرای سـاخت قـلاب را تعیین کنیم؛ این طول معادل ۳ برابر قطر میانگین قلاب است. مثلاً برای ساختن قلابی با قطر خارجی ۲۰ میلیمتر از میله‌ای به قطر ۸ میلیمتر، باید طول میله $3 \times (20 + 8) = 84$ mm باشد.

کاهش مقطع

در این فرایند فلز نازک می‌شود زیرا ضخامت مقطع آن کاهش می‌یابد. فلزی که باید آهنگری شود، ابتدا روی دماغهٔ سندان چکش‌کاری می‌شود. با استفاده از این فرایند می‌توان مقطع باریک شوندهٔ تخت، دایره‌ای یا مربعی ایجاد کرد. در شکل ۵-۱۴ مراحل مختلف کاهش مقطع برای تولید مقطع باریک شوندهٔ دایره‌ای نشان داده شده است:

۱. چهار طرف قطعه را چکش‌کاری کنید تا بخش کوتاهی با مقطع مربعی تشکیل شود (شکل ۵-۱۴ الف).
۲. طول این بخش را افزایش دهید (شکل ۵-۱۴ ب).
۳. گوشه‌های مقطع مربعی طویل ایجاد شده در مرحلهٔ ۲ را چکش بزنید تا مقطع هشت‌ضلعی تولید شود (شکل ۵-۱۴ ج).
۴. همهٔ گوشه‌های مقطع ایجادشده در مرحلهٔ ۳ را گرد کنید (شکل ۵-۱۴ د).

اگر می‌خواهید مقطع مربعی یا تخت تولید کنید فقط ۲ یا ۳ مرحلهٔ اول را انجام دهید.



شکل ۵-۱۴ مراحل کاهش مقطع: الف) نخستین مرحله ـ مقطع مربعی کوتاه؛ ب) دومین مرحله ـ مقطع مربعی طویل؛ ج) سومین مرحله ـ شکل هشت‌ضلعی؛ د) مرحلهٔ نهایی ـ مقطع دایره‌ای.

> در هنگام کاهش مقطع از لوله شدن فلز جلوگیری کنید.

چاق‌سازی یا پهن‌سازی

در این فرایند سطح مقطع میله افزایش و طول آن کاهش می‌یابد (شکل ۵-۱۵). این فرایندی دشوار است و انجام آن مستلزم مهارتی است که در طی سالها کسب می‌شود. ابتدا سری از قطعه را که باید چاق شود، پیش از پهن‌سازی روی سندان، گرم می‌کنند (این سر باید بسیار گرم شود). چاق‌سازی طی مراحل زیر انجام می‌شود:

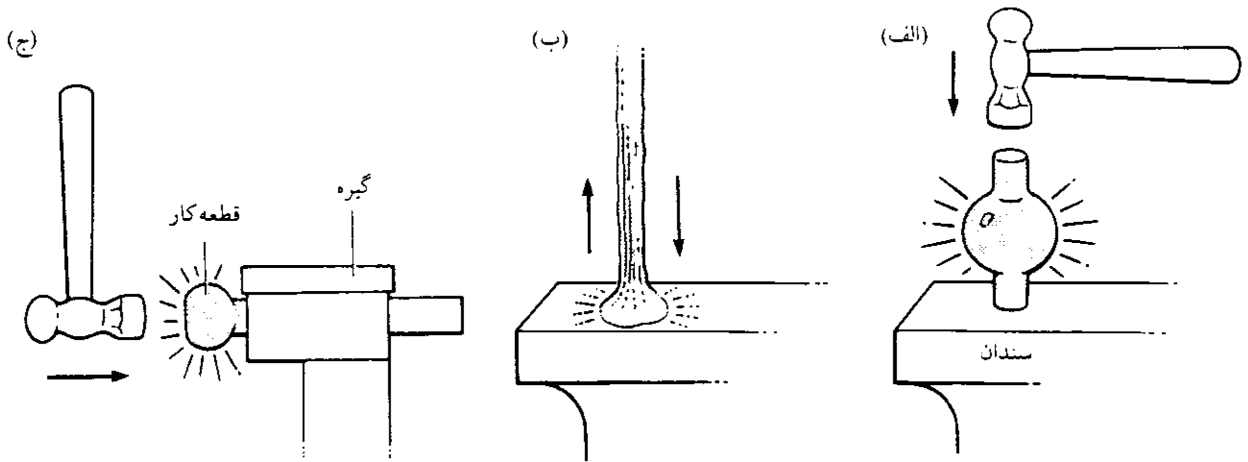
۱. ناحیه‌ای را که باید پهن شود گرم کنید.
۲. سر میله را روی سندان پهن کنید.
۳. میله را به گیره ببندید و سر آن را چکش‌کاری کنید.

سوراخکاری و سنبه‌رانی

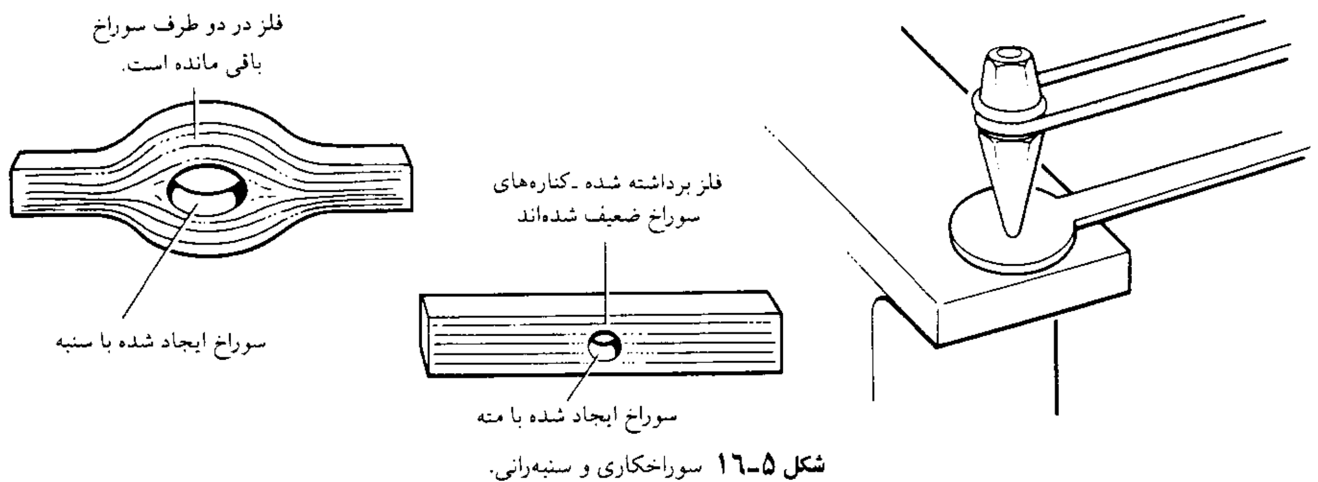
برای ایجاد سوراخهای گرد یا چهارگوش در فلز گداخته از سنبه یا سنبهٔ گشادکن استفاده می‌شود. مزیت این فرایند، در مقایسه با سوراخکاری با مته، آن است که فلز از قطعه برداشته نمی‌شود و در دو طرف سوراخ باقی می‌ماند (شکل ۵-۱۶). بنابراین در صورت سوراخکاری با سنبه، ساختار دانهٔ فلز، پس از آهنگری، تغییر نمی‌کند. فرایند سوراخکاری و سنبه‌رانی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. فلز را گرم کنید تا به نزدیکی دمای جوشکاری برسد.
۲. ابتدا روی سندان، سنبه را بکوبید تا قطعه را سوراخ کند.
۳. قطعه را روی سوراخ سنبه قرار دهید و سنبه را بکوبید تا از طرف دیگر بیرون بیاید.
۴. با استفاده از سنبهٔ گشادکن سوراخ را کامل کنید.

> پس از استفاده از سنبه، سر آن را سرد کنید. برای جلوگیری از شکافتن قطعه، پیش از سوراخکاری، آن را چاق کنید.



شکل ۵-۱۵ چاق‌سازی: الف) چاق‌سازی وسط؛ ب) پهن‌سازی روی سندان؛ ج) چاق‌سازی در گیره.



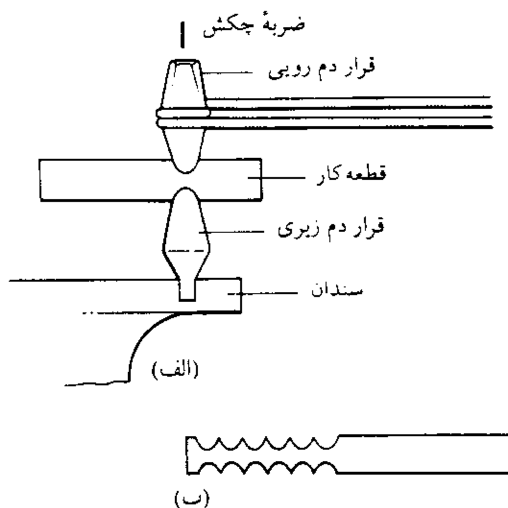
شکل ۵-۱۶ سوراخکاری و سنبه‌رانی.

لاغرسازی

چنانکه قبلاً گفته شد، در این فرایند از یک جفت قرار دم استفاده می‌شود. لاغرسازی را پیش از کاهش مقطع انجام می‌دهند تا قطعه پله‌دار شود. قرار دم فلز را برش نمی‌دهد، بلکه فقط سبب تغییر امتداد دانه‌های آن می‌شود (شکل ۵-۱۷).

در لاغرسازی:

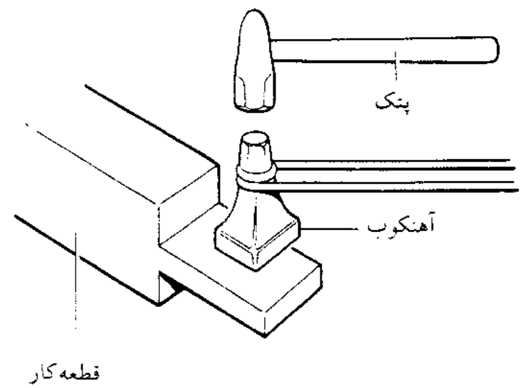
۱. طولی را که باید مقطع آن کاهش یابد نشانه‌گذاری کنید.
۲. فلز را گرم کنید.
۳. نقطه‌ای را که باید کاهش مقطع از آنجا شروع شود، با قرار دم باریک کنید (شکل ۵-۱۷ الف).
۴. با استفاده از آهنکوب، سطح ناصاف ایجاد شده را هموار کنید (شکل ۵-۱۸).



شکل ۵-۱۷ لاغرسازی: الف) ایجاد فرورفتگی؛ ب) قطعهٔ لاغرسازی شده (طول آن افزایش یافته است).

هموارسازی

برای هموارکردن قطعهٔ لاغرشده از آهنکوب و پتک استفاده



شکل ۵ـ۱۸ هموارسازی.

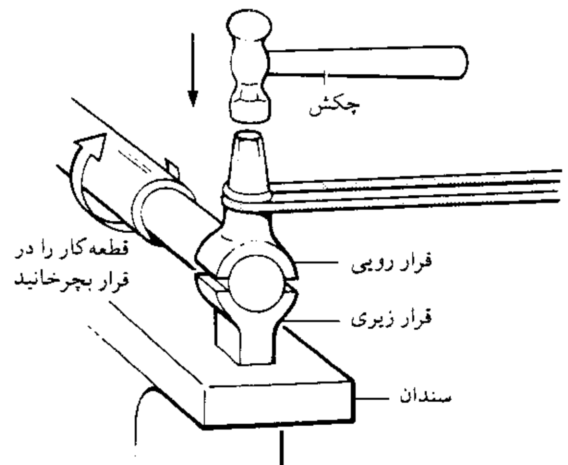
می‌شود (شکل ۵ـ۱۸). با استفاده از فرایند تخت‌سازی می‌توان سطح موجدار را هموار کرد.

برای هموارسازی:

۱. آهنکوب را روی سطح قرار دهید.
۲. با پتک به ته آهنکوب ضربه بزنید.
۳. آهنکوب را روی تمام نواحی قطعه حرکت دهید و مرحلهٔ ۲ را تکرار کنید.

قرارکاری

قرارکاری فرایندی است که با استفاده از آن مقطع گرد یا شش‌گوش قطعه پرداختکاری می‌شود. قرارکاری را با استفاده از یک جفت قرار انجام می‌دهند (شکل ۵ـ۱۹). این فرایند به ترتیب زیر انجام می‌شود:



شکل ۵ـ۱۹ قرارکاری.

۱. گرم کردن فلز؛
۲. استقرار قطعه بین قرارهای بالایی و پایینی؛
۳. چکش‌زدن به قرار بالایی در حین چرخاندن قطعه‌کار.

پیچاندن

پیچاندن یکی از فرایندهای سادهٔ آهنگری است که در کارگاههای آموزشی می‌توان به آسانی آن را انجام داد. برای پیچاندن قطعه، ابتدا باید فلز را به خوبی گرم کرد.

۱. طولی را که باید پیچانده شود نشانه‌گذاری کنید (شکل ۵ـ۲۰ الف).
۲. فلز را گرم کنید (کافی است سرخ شود).
۳. میله را به گیره ببندید (شکل ۵ـ۲۰ ب).
۴. با استفاده از میلهٔ مخصوصی که به همین منظور ساخته شده است، قطعه را بپیچانید (شکل ۵ـ۲۰ ج).
۵. میله را با دو دست بچرخانید.

> اگر قطعه خیلی گرم باشد، گام پیچ کوتاه و تند می‌شود. اگر قطعه صرفاً سرخ شده باشد، در طول مورد نظر پیچی طولانی و عادی ایجاد می‌شود.

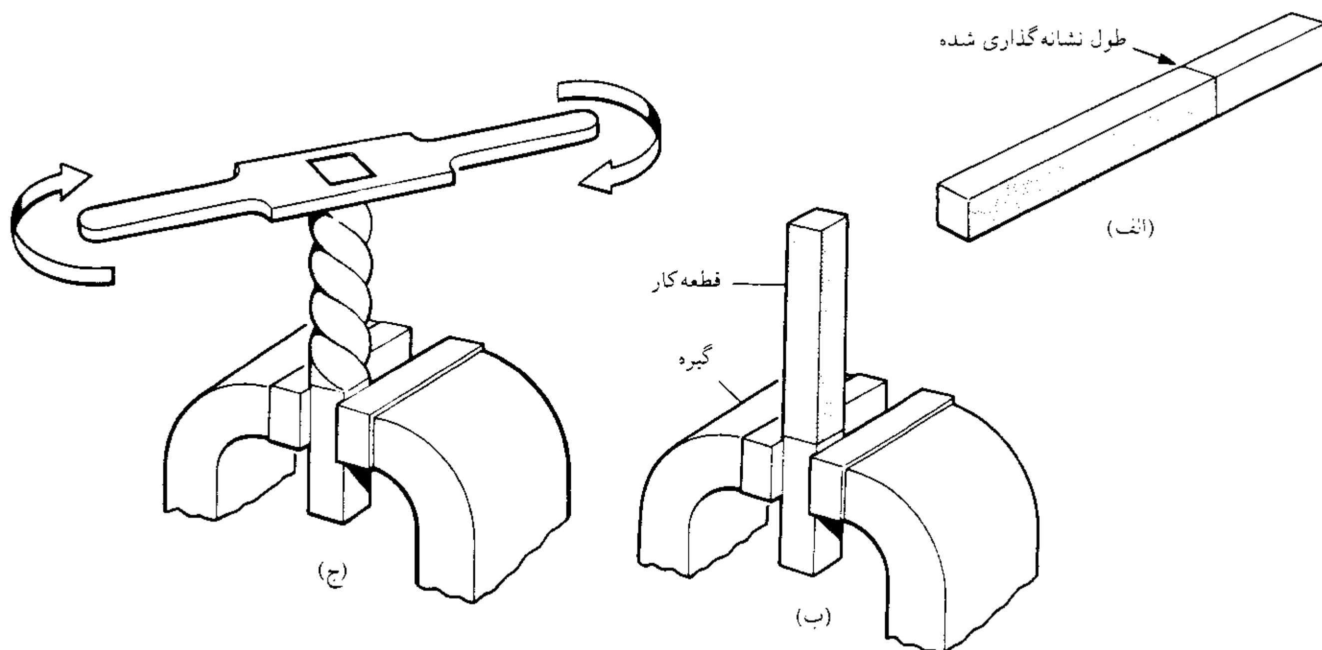
برشکاری

برشکاری را با استفاده از قلم سردبُر یا گرم‌بُر انجام می‌دهند. چنانکه گفته شد، از قلمهای آهنگری به صورت جفت استفاده می‌شود. برای بریدن فلزات سرد از قلم سردبُر و برای بریدن فلزات گرم از قلم گرم‌بر استفاده می‌کنند (شکل ۵ـ۹).

در برشکاری سرد، قطعه را از پشت برش دهید و آن را بشکنید. در برشکاری گرم، قطعه را روی میز سندان، به صورت سرتاسری، برش دهید.

فرفورژه

در ساخت بعضی از مصنوعات از هنر آهنگری تزیینی استفاده شده است؛ به عنوان مثال می‌توان از پایهٔ فانوس یا

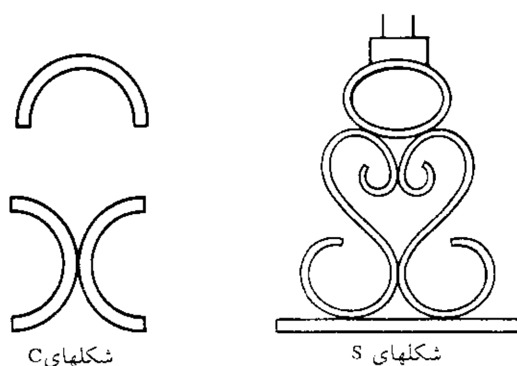


شکل ۵ـ۲۰ پیچاندن: الف) نشانه‌گذاری طول؛ ب) بستن کار به گیره (به محل خط نشانه توجه کنید)؛ ج) پیچاندن قطعه با استفاده از میلهٔ مخصوصی که به همین منظور ساخته شده است.

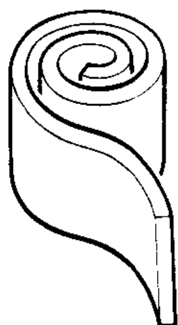
شمعدان نام برد. فرفورژه را معمولاً به شکل C یا S می‌سازند (شکل ۵ـ۲۱). فلز مناسب برای ساخت فرفورژه فولاد نرم است.

مراحل ساخت فرفورژه به شرح زیر است.

۱. فلز را گرم کنید.
۲. سر میله را در قالب فرفورژه قرار دهید (شکل ۵ـ۲۲)؛ برای این کار از انبر فرفورژه (شکل ۵ـ۵) استفاده کنید.
۳. فلز را دور قالب فرفورژه بپیچانید؛ در همه حال آن را تراز نگه دارید.



شکل ۵ـ۲۱ شکلهای فرفورژه.



شکل ۵ـ۲۲ قالب فرفورژه.

ایمنی در کارگاه آهنگری

اگر مقررات سادهٔ ایمنی رعایت نشود، فرایند آهنگری فرایندی خطرناک خواهد بود. رعایت نکات زیر سودمند است.

۱. کفشهایی با تخت ضخیم و پنجهٔ فولادی بپوشید تا در صورت بروز حادثه پایتان مجروح نشود.
۲. وقتی با فلزات گداخته کار می‌کنید، دستکش بپوشید تا دستتان نسوزد.
۳. کورهٔ آهنگری حتماً باید دودکش داشته باشد؛ فضای دودآلود برای سلامتی انسان مضر است.
۴. چکش‌کاری فلزات گداخته می‌تواند خطرناک باشد، زیرا

پوسته‌هایی از سطح فلز جدا و به اطراف پرتاب می‌شوند.

۵. در هنگام بیرون آوردن فلز گداخته از کوره و جابه‌جا کردن آن مراقب باشید؛ ممکن است کسی در نزدیکی شما ایستاده باشد.

۶. بدون استفاده از علائم هشداردهنده، قطعه‌کار گداخته را روی کف کارگاه یا در گیره باقی نگذارید.

۷. پیش از ضربه‌زدن به قطعه‌ای که همکارتان با انبر آن را نگه داشته است، منتظر علامت آمادگی او باشید؛ ممکن است او آماده نباشد و شما ضربه بزنید.

▲ در صورتی که مجروح شدید، فوراً مربی خود را مطلع کنید.

■ مرور مطالب این فصل

● آهنگری یکی از فرایندهای فلزکاری است که در آن فلز را تا رسیدن به دمای مطلوب گرم می‌کنند و به آن ضربه می‌زنند یا آن را تغییر شکل می‌دهند تا کالای مورد نظر ساخته شود.

● کوره یکی از تجهیزات مهم کارگاه آهنگری است که فلزات را در آن گرم می‌کنند.

● سندان یکی از تجهیزات ارزشمند کارگاه آهنگری است که برای نگه‌داشتن سایر ابزارها، مانند قلم، و کمک به قلم‌زنی، برشکاری و کاهش مقطع به کار می‌رود.

● ابزارهایی که معمولاً در کارگاه آهنگری به کار می‌آیند عبارت‌اند از انبر، پتک یا چکش، سنبه، قرار دم و آهنکوب.

● فرایندهای آهنگری عبارت‌اند از خمکاری، کاهش مقطع، چاق‌سازی، پیچاندن، برشکاری، قرارکاری، لاغرسازی و سوراخکاری.

● آهنگر، برای جلوگیری از بروز حادثه و مجروح‌شدن، در حین آهنگری باید مقررات ایمنی را رعایت کند؛ آهنگر باید از ابزارها و تجهیزات آهنگری مراقبت کند.

تمرین و پرسش

۱. شکل ابزارهای زیر را رسم کنید و نحوهٔ استفاده از آنها را نشان دهید:

الف) قرار دم، ب) سنبه، ج) قرار

۲. تفاوت اصلی قلمهای آهنگری را شرح دهید.

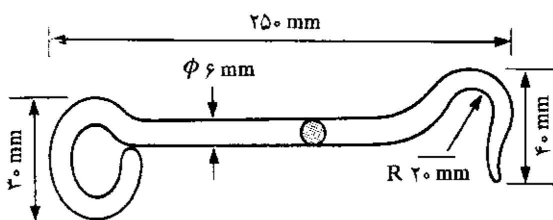
۳. چرا آهنگر باید در کارگاه آهنگری مقررات ایمنی را رعایت کند؟

۴. تفاوت بین فرایندهای چاق‌سازی و هموارسازی را شرح دهید.

۵. نحوهٔ روشن‌کردن کورهٔ آهنگری و مراقبت از آن را شرح دهید.

۶. با ساختن قطعهٔ نشان داده شده در شکل (۵-۲۳)، که پشت در می‌افتد و آن را می‌بندد، فرایندهای سادهٔ آهنگری را تمرین کنید. ابعادی را که در شکل نشان داده نشده‌اند تخمین بزنید.

۷. قطعهٔ ساده‌ای را طراحی کنید و بسازید که در ساخت آن از فرایندهای کاهش مقطع، لاغرسازی، چاق‌سازی، پیچاندن و خمکاری استفاده شود.



شکل ۵-۲۳ پروژهٔ ۱: پشت‌بند در (ϕ = قطر، R = شعاع).

۶

ابزارها و فرایندهای ورقکاری

مقدمه

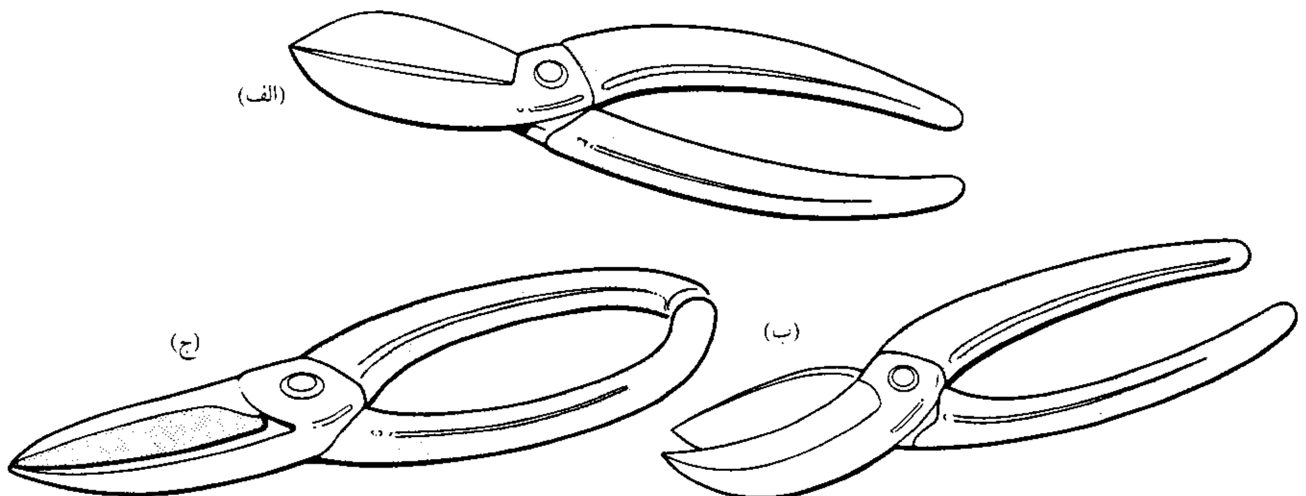
ورقکاری شامل خمکاری، برش و اتصال فلزاتی از قبیل حلبی، آلومینیم، برنج و فولاد نرم گالوانیزه (آهن سفید) است. در این روش ابتدا باید گستردهٔ قطعهٔ مورد نظر را، با استفاده از ابزارهای ورقکاری ببرید. بنابراین هنرآموز باید با نقشه‌کشی آشنا باشد؛ اصول طراحی و هندسهٔ فضایی را در فصل ۹ شرح داده‌ایم. ابزارها، تجهیزات، مواد و فرایندهای موردنیاز ورقکار را در این فصل شرح می‌دهیم.

ابزارها، تجهیزات و مواد

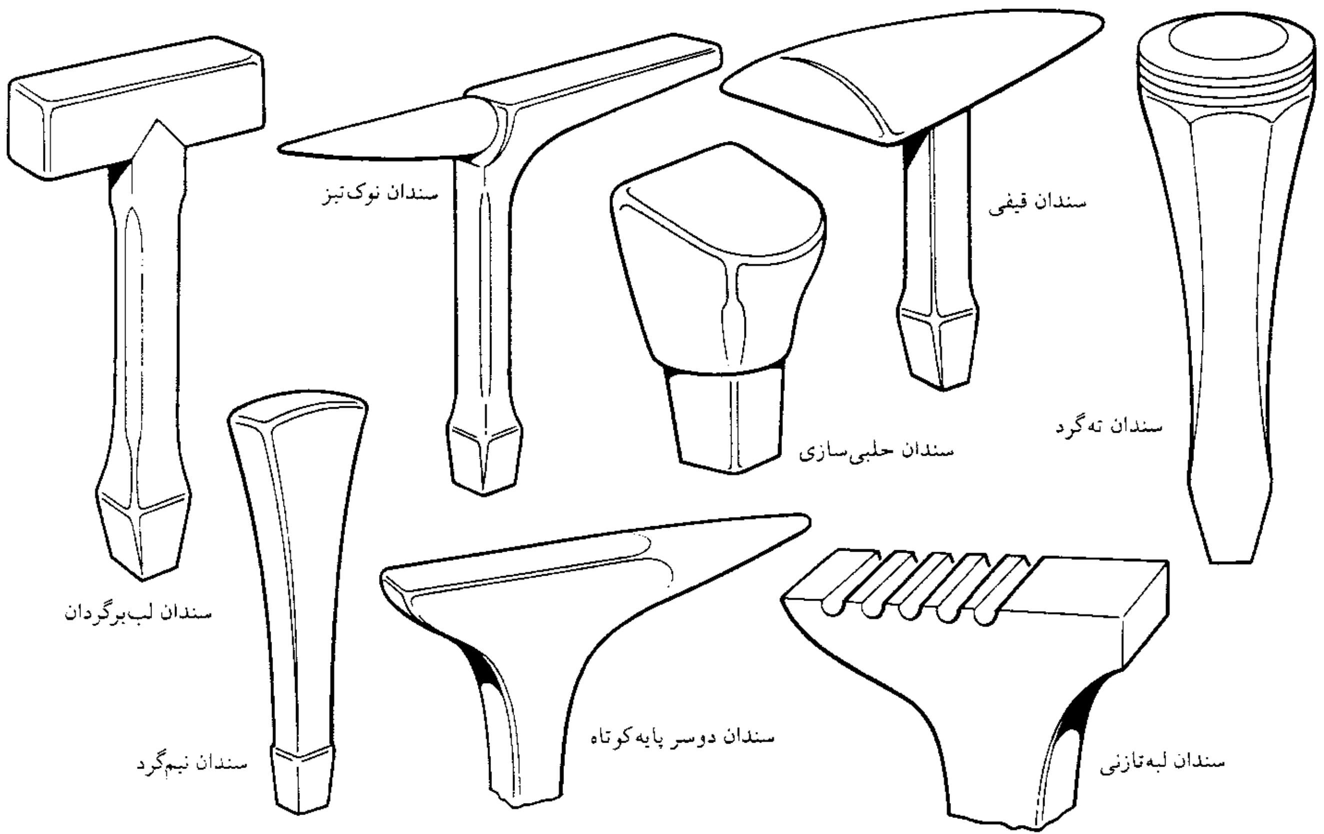
ابزارهایی را که معمولاً در ورقکاری به کار می‌روند، از قبیل چکش غیرفلزی و ابزارهای فرم، می‌توان در کارگاه ساخت، اما انواع استاندارد این ابزارها نیز در بازار موجود است.

قیچی آهن‌بُر از فولاد ابزار ساخته می‌شود. از قیچی برای بریدن ورقهای نازک، مانند حلبی، استفاده می‌کنند. قیچی آهن‌بُر را به شکلها و در اندازه‌های مختلف می‌سازند. شکلهای متداول عبارت‌اند از دَم‌صاف، دَم‌خم و همه‌کاره (شکل ۶-۱).

سندانهای ورقکاری سندانهای آهنگری کوچکی هستند و برای انجام عملیات مشابهی به کار می‌رود (شکل ۶-۲). از سندان لب‌برگردان معمولاً برای برگرداندن لبهٔ ورق با زاویه‌ای بیش از ۹۰° استفاده می‌شود. سندان دوسر برای ایجاد شکلهای استوانه‌ای و مخروطی به کار می‌رود. از سندان نیم‌گرد برای برگرداندن لبهٔ قطعات گرد یا منحنی استفاده می‌شود. سندان قیفی برای شکل‌دادن قطعات استوانه‌ای و مخروطی به کار می‌رود. از سندان ته‌گرد برای شکل دادن کف دایره‌ای یا منحنی قطعات دایره‌شکل استفاده می‌شود. سندان حلبی‌سازی برای ساخت قطعات واقعاً تخت به کار می‌آید. از سندان لبه‌تازنی برای آماده‌سازی لبه‌های روکوبی شده و مفتولی استفاده می‌شود.



شکل ۶-۱ قیچیهای آهن‌بُر: الف) دَم‌صاف؛ ب) دم‌خم؛ ج) همه‌کاره.



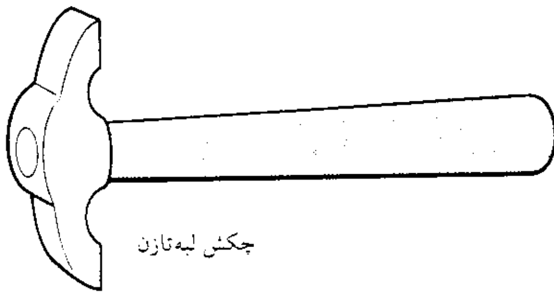
شکل ٦ـ۲ انواع سندان ورقکاری.

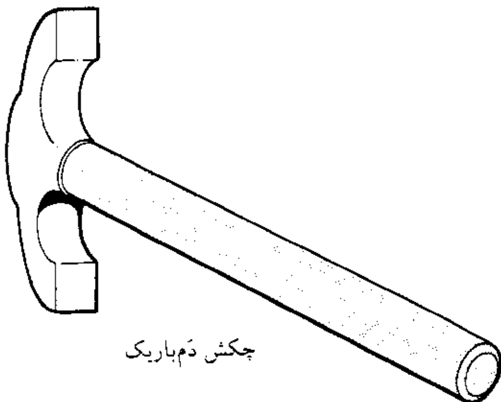
وقتی سندان دوسر برای انجام کارهای سبک مناسب نباشد، از سندان دوسر پایه کوتاه استفاده می‌کنند که از آن کوتاهتر است.

چکشهای مورد استفاده در ورقکاری عبارت‌اند از چکش لبه‌تازن وچکش دَم‌باریک (شکل ۶ـ۳). چکش لبه‌تازن لبه‌های گرد دارد و در مراحل مقدماتی لب‌مفتولی کردن از آن استفاده می‌شود. چکش دَم‌باریک لبه‌های تیز دارد و غالباً برای تازدن لبه‌های مفتولی نزدیک بدنهٔ اصلی به کار می‌رود.

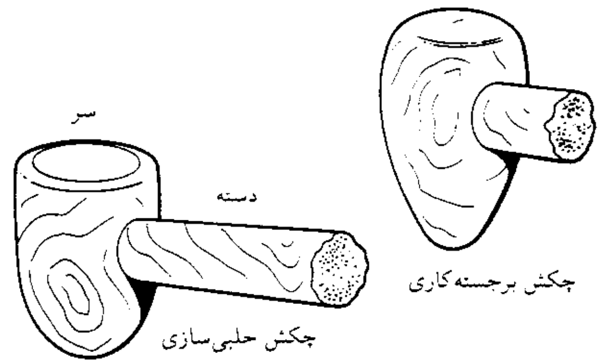
از **چکشهای غیرفلزی** برای تخت‌کردن و خمکاری ورق فلزی استفاده می‌شود. چکش غیرفلزی انواع مختلف دارد. سر این چکشها معمولاً از چوب، چرم یا پلاستیک ساخته می‌شود. انواع متداول آن عبارت‌اند از چکش حلبی‌سازی و چکش برجسته‌کاری (شکل ۶ـ۴).

میلهٔ تاکن (شکل ۶ـ۵) را به طول ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر می‌سازند و برای خم کردن ورق با زاویهٔ قائمه به کار می‌برند.

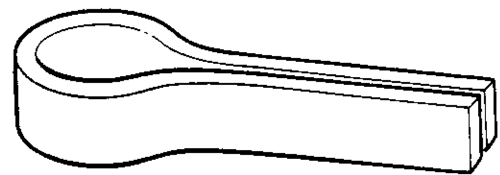




شکل ٦ـ۳ چکشهای ورقکاری.



شکل ۶ـ۴ چکش غیرفلزی (معمولاً با سر چوبی و دسته‌ای از نی یا چوب زبان‌گنجشک).


شکل ۶ـ۵ میلهٔ تاکن.

چکش خشکه‌بند (شکل ۶ـ۶) شیارهای نیمگرد یا مستطیلی دارد و برای تثبیت درزهای مفتولی و تاشدن به کار می‌رود.

هویه (شکل ۶ـ۷) را از مس می‌سازند. دو نوع اصلی آن عبارت‌اند از مستقیم و سرکج. از هویه برای لحیمکاری استفاده می‌کنند. قبل از لحیمکاری هویه را در کوره گرم می‌کنند. انواع برقی هویه نیز موجود است.

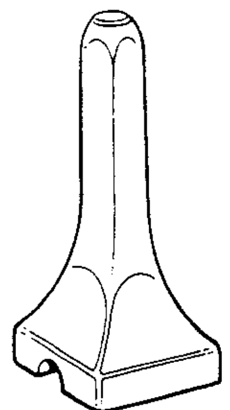
هویه را در کورهٔ لحیمکاری (شکل ۶ـ۸) گرم کنید؛ اگر چنین کوره‌ای در اختیار ندارید، می‌توانید از کورهٔ آهنگری استفاده کنید. سر هویه را تا جایی گرم کنید که شعله سبزرنگ شود؛ رنگ سبز شعله نشانهٔ آن است که سر هویه به دمای مطلوب رسیده است. اگر از هویهٔ برقی استفاده کنید به کوره نیاز ندارید.

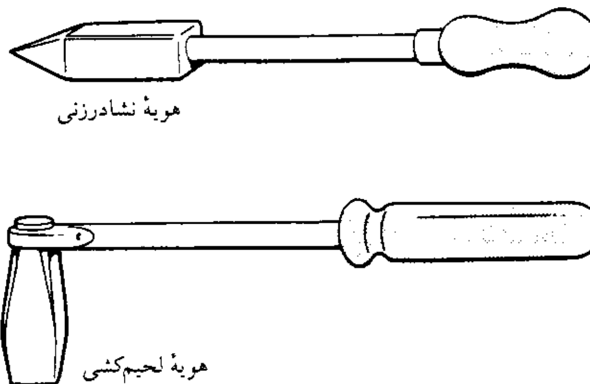
سیم‌لحیم اصولاً آلیاژ سرب و قلع است. گسترهٔ دمای خمیری شدن سیم‌لحیم به نسبت مقدار قلع و سرب بستگی دارد. نقطهٔ ذوب لحیم حلبی‌سازی، که ۶۵ درصد قلع و ۳۵ درصد سرب دارد، ۱۸۳°C است. لحیم لوله‌کشی (۷۰ درصد سرب، ۳۰ درصد قلع) در ۲۵۰°C ذوب می‌شود. با اضافه‌کردن بیسموت و آنتیموان می‌توان نقطهٔ ذوب لحیم را کاهش داد. این نوع لحیم را **لحیم زودگداز** می‌نامند.

روغن‌لحیم ماده‌ای است که چسبندگی لحیم را افزایش می‌دهد. روغن‌لحیم کشش سطحی لحیم را کاهش می‌دهد و سطح فلز را (تا حدودی) از لحاظ شیمیایی تمیز می‌کند. روغن‌لحیم بر دو نوع است: روغنهایی که از تشکیل اکسید جلوگیری می‌کنند. **روغن‌لحیم فعال** نام دارند؛ این روغنها اسیدی هستند. **روغنهای خنثی** فقط مانع اکسایش بیشتر سطح می‌شوند؛ در جدول ۶ـ۱ روغنهای تجارتی و کاربردهای آنها ذکر شده است.

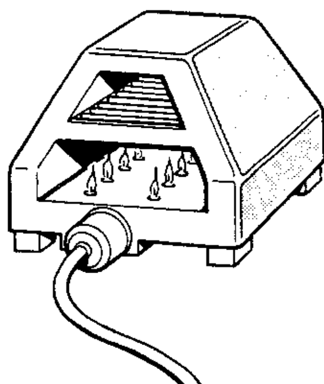
▲ روغنهای فعال به تمیزشدن سطح کمک می‌کنند، اما خورنده‌اند. بنابراین باید اتصال را بشویید و پاک کنید. در کارهای برقی از روغن‌لحیم فعال استفاده نکنید.

یکی از موادی که به‌عنوان روغن‌لحیم مصرف می‌شود، کلرید روی است. این نوع روغن را می‌توانید در کارگاه تهیه کنید.


شکل ۶ـ۶ چکش خشکه‌بند.



شکل ۶ـ۷ انواع هویه.


شکل ۶ـ۸ کورهٔ لحیمکاری.

جدول ٦ـ۱ روغنهای لحیم و کاربردهای آنها

روغن	کاربرد
رزین (پودری)	کارهای برقی
کلرید روی	روی حلبی، برنج و مس به کار می‌رود
کلرید آمونیاک (نشادر)	روی مس و آهن به کار می‌رود.
پیه	لوله‌کشها در لحیمکاری سرب به کار می‌برند.
اسید کلریدریک	برای لحیمکاری روی و آهن گالوانیزه

۱. مقداری اسید کلریدریک را در یک ظرف سفالی بریزید.
۲. قطعاتی از فلز روی را به داخل اسید بیندازید.
۳. پیش از مصرف کلرید روی، صبر کنید تا محلول از جوش و خروش بیفتد.

فرایندهای ورقکاری

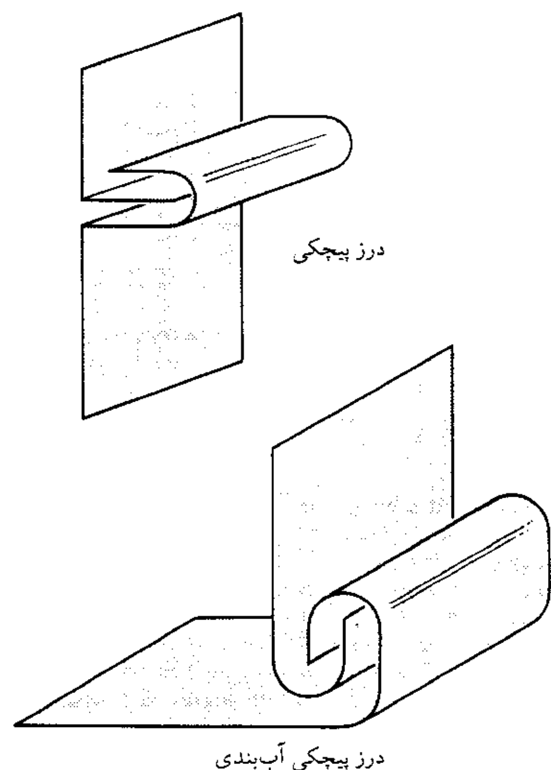
فرایندهای ورقکاری مختلفی که در این بخش شرح داده می‌شوند، برای فلزکاران مهم‌اند. این فرایندها را باید به تفصیل مطالعه کنید (هم به صورت نظری و هم در عمل).

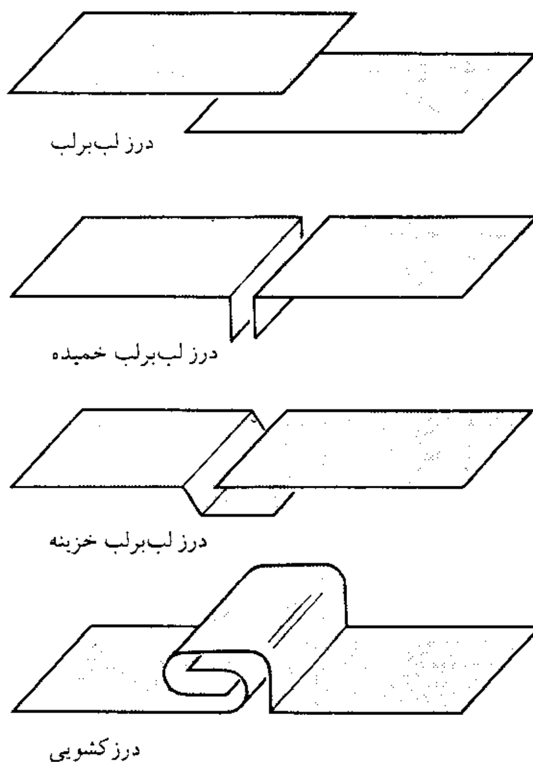
گسترش سطح مهارتی است که کسب آن برای طراحی و اجرای پروژه‌های ورقکاری ضرورت دارد. در فصل ۹ گسترش سطح را شرح می‌دهیم. برای نقش‌اندازی و برش سطح گسترده باید شابلون تهیه کنید. پس از تهیهٔ طرح، ورق را به ابعاد مورد نظر ببرید و شکل بدهید؛ پس از آن با استفاده از فرایندهای زیر لبه‌ها را به هم متصل کنید.

درزها

درزهای مناسب برای پروژه‌های آموزشی در شکل ۶-۹ نشان داده شده‌اند.

درز لب‌برلب خودبه‌خود محکم نمی‌شود؛ این درز را باید لحیم کرد. **درز لب‌برلب خزینه** شبیه درز لب‌برلب است. لبهٔ یک ورق را، مطابق شکل، طوری خم می‌کنند که وقتی لبهٔ ورق دیگر روی آن قرار گیرد و لحیمکاری شود، سطحی





شکل ٦ـ۹ انواع درز.

تخت به دست آید. در درز لب‌برلب خمیده دو لبه‌ای را که باید به هم لحیم شوند با زاویهٔ ۹۰° خم می‌کنند و سپس به هم می‌چسبانند و لحیمکاری می‌کنند. **درز خشکه‌بند** خودبه‌خود محکم می‌شود. از این درز برای اتصال لبه‌ها، بدون پرچکاری یا لحیمکاری استفاده می‌کنند. اما برای آب‌بندی کردن باید آن را لحیم کرد. روش ایجاد درز خشکه‌بند به شرح زیر است:

۱. درز را روی هر دو طرف ورق خط‌کشی کنید. برای تعیین W، پهنای درز، از فرمول $W = ۳t$ استفاده کنید که در آن t ضخامت ورق است. مثلاً، اگر ضخامت ورق ۱٫۵ mm باشد، آنگاه ۴٫۵ mm = ۱٫۵ × ۳ = W.
۲. با استفاده از میلهٔ تاکن (شکل ۶ـ۵) ورق را از محل خط‌کشی شده خم کنید.
۳. مقطع U شکل را با استفاده از چکش غیرفلزی ایجاد کنید.
۴. قطعات را پیش هم بیاورید و با استفاده از چکش خشکه‌بند آنها را محکم به هم متصل کنید.

از **درز پیچکی** برای محکم کردن لبه‌های کار، مثلاً قطعه‌کارهای استوانه‌ای و مخروطی، استفاده می‌شود. روش کار به ترتیب زیر است:

۱. یک قطعه را لبه‌دار کنید (مثلاً به پهنای ۳ mm که معادل با پهنای درز است).
۲. برای قطعهٔ دوم لبه‌ای به پهنای ۶ mm ایجاد کنید که دو برابر پهنای لبهٔ قطعهٔ اول است.
۳. وسط لبهٔ ۶ میلیمتری را خط‌کشی کنید و این لبه را از این محل تا بزنید.
۴. دو لبه را به هم نزدیک کنید و درز را بکوبید.

درز پیچکی آب‌بندی نوع تکمیل شدهٔ درز پیچکی است. اگر این درز خوب اجرا شود، حتی بدون لحیمکاری، آب‌بندی می‌شود.

لبه‌های ایمن

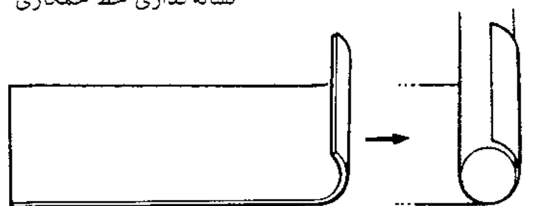
▲ قطعات ساخته شده از ورق، وقتی لبه‌های آنها نمایان باشد، خطرناک‌اند. برای جلوگیری از مجروح شدن، لبه‌های ورق را برگردانید یا دور سیم تا کنید.

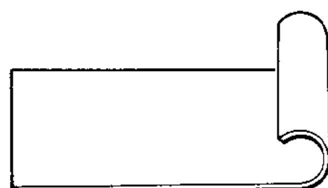
روکوبی (شکل ۶ـ۱۰) ساده‌ترین روش ایجاد لبهٔ ایمن است. روکوبی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

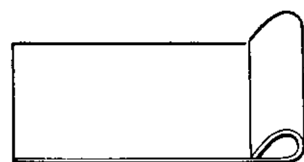
۱. ابتدا لبهٔ ورق را خط‌کشی کنید.
۲. لبهٔ ورق را روی تاکن یا سندان لب‌برگردان خم کنید.
۳. کار را با استفاده از چکش غیرفلزی و روی یکی از سندانهای ورقکاری به پایان برسانید.

درز حاصل از **لب‌مفتولی کردن**، از درز ایجاد شده به روش روکوبی بهتر است. این نوع درز، به سبب استفاده از سیم محکمتر است؛ به علاوه تمیزتر و ایمنتر نیز هست. در





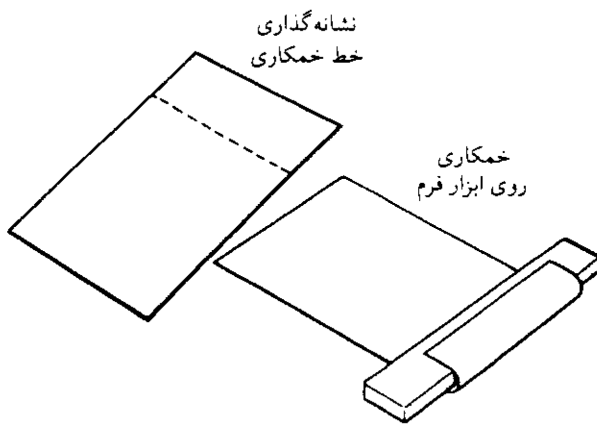


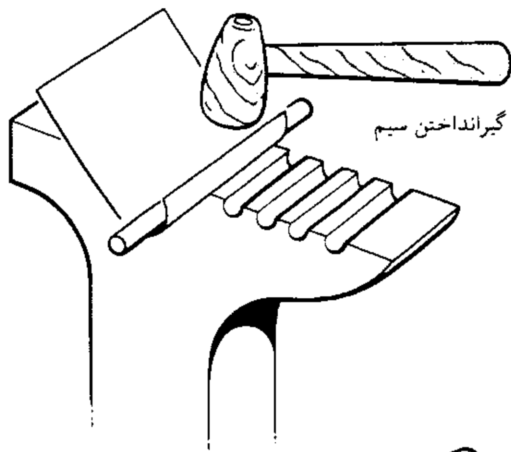


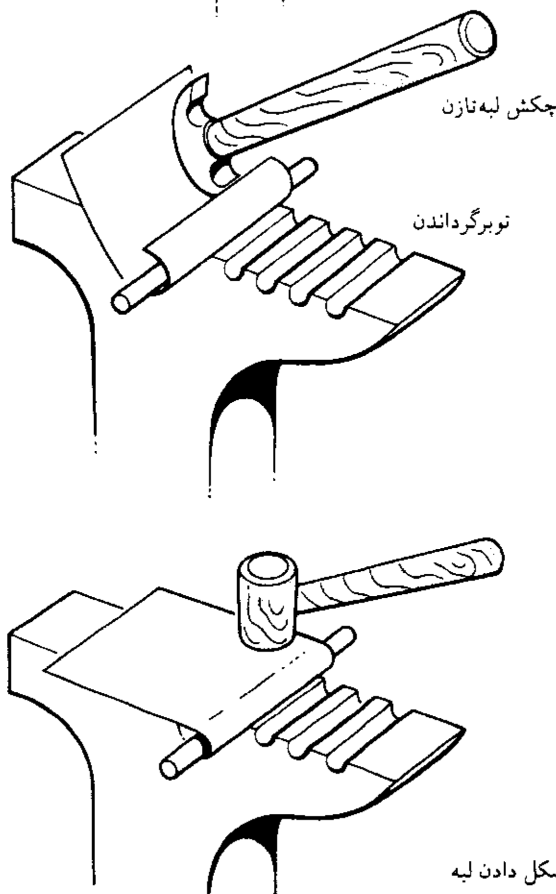
شکل ۶ـ۱۰ روکوبی.

لب‌مفتولی کردن اضلاع مستقیم قطعات استوانه‌ای، برای تعیین اضافهٔ مجاز از فرمول d ۵ر۲ استفاده کنید که در آن d قطر سیم است. مثلاً برای لب‌مفتولی کردن لبهٔ قطعه‌ای استوانه‌ای با سیمی به قطر mm ۳، باید mm ۵ر۷ = ۳ × ۵ر۲ اضافه در نظر بگیرید. در شکل ۶-۱۱ مراحل لب‌مفتولی کردن نشان داده شده است:

۱. خط خمکاری را ترسیم کنید.
۲. ورق را در تاکن تا بزنید.
۳. سیم را در لبهٔ تاشده قرار دهید.
۴. لبه را برگردانید.
۵. آن را شکل بدهید.







شکل ۶-۱۱ لب‌مفتولی کردن.

لحیمکاری

لحیمکاری فرایند متصل کردن فلزات با استفاده از سیم‌لحیم و روغن‌لحیم است. در این فرایند از کورهٔ لحیمکاری و هویه، که قبلاً شرح داده شدند، استفاده می‌شود.

پیش از استفاده از هویه باید سر آن را با قلع آب‌بندی کنید (برای این کار باید سر هویه را با لحیم بپوشانید):

۱. هویه را در کورهٔ برقی یا گازسوز قرار دهید؛ اگر از هویهٔ برقی استفاده می‌کنید، کافی است آن را به برق وصل کنید. اگر هویه را در کوره گذاشته‌اید، سبز شدن رنگ شعله نشانهٔ رسیدن هویه به دمای مناسب برای لحیمکاری است.
۲. سر هویه را به سرعت با سوهان تمیز کنید.
۳. سرهویه را در روغن‌لحیم بزنید.
۴. سر هویه را در سیم‌لحیم جابه‌جا کنید تا با قلع آب‌بندی شود.

فرایند لحیمکاری به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. سطوح درز را با کاغذ سنباده یا سیم ظرفشویی تمیز کنید.
۲. به درز روغن‌لحیم بزنید.
۳. هویه را روی درز نگه دارید تا لحیم جریان پیدا کند.
۴. سیم‌لحیم را در حین گرمادادن درز به آن بزنید، یا قبلاً آن

را به قطعات کوچک تقسیم کنید و آنها را در طول درز قرار دهید.
۵. هویه را آهسته در طول درز جابه‌جا کنید.

سر هویه را بیش از حد داغ نکنید؛ در غیر این صورت آب‌بندی آن خراب می‌شود.

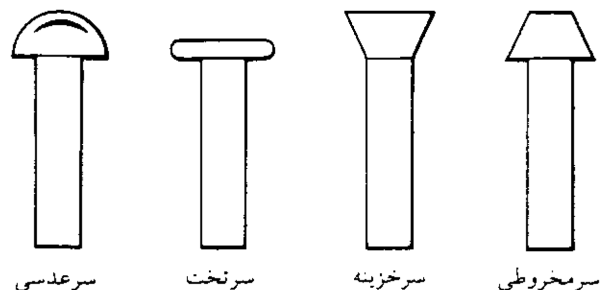
در **لحیمکاری غیرمستقیم،** ابتدا قطعاتی را که باید متصل شوند قلع‌کاری می‌کنند؛ سپس آنها را به هم می‌چسبانند و گرما می‌دهند.

پرچکاری

با پرچکاری می‌توان قطعات مختلفی را که از طریق ورقکاری ساخته شده‌اند، به طور دائمی به هم متصل کرد. امروزه جوشکاری و لحیمکاری تا حد زیادی جای پرچکاری را گرفته‌اند، اما پرچکاری هنوز هم در کارگاههای آموزشی متداول است. پرچ را از فلزات چکش‌خوار، به شکلهای مختلف، می‌سازند (شکل ۶ـ۱۲). پرچ سرعدسی از همهٔ پرچها متداولتر است.

برای پرچکاری باید پرچ مناسب انتخاب کنید: قطر پرچ نباید از ۱٫۵ برابر ضخامت‌ورقهایی که به‌هم متصل می‌شوند بیشتر باشد. پرچکاری به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. ورقها را، برای پرچکاری، با مته سوراخ کنید.
۲. پلیسه‌های ایجاد شده را بگیرید.
۳. پرچ را در سوراخ قرار دهید.
۴. سر پرچ را روی قطعه‌ای فلز نرم قرار دهید.
۵. با کف تخت چکش، ضربه‌های ملایمی به ته پرچ بزنید.



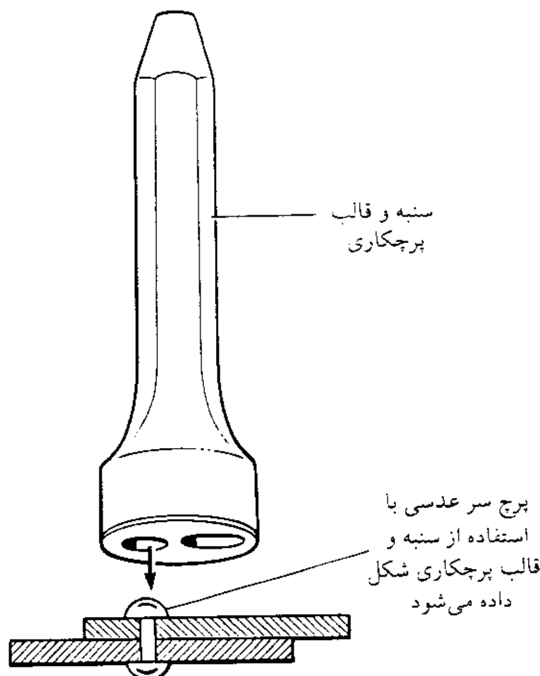
شکل ۶ـ۱۲ انواع پرچ.

برای شکل دادن پرچ سرعدسی، ته برجستهٔ پرچ باید حدود ۱٫۵ برابر قطر پرچ باشد:

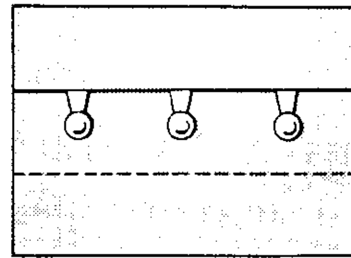
۱. با استفاده از سرِ گِرد چکش، سرِ پرچ را شکل دهید.
۲. با استفاده از سنبه و قالب پرچکاری (شکل ۶ـ۱۳) پرچکاری را تکمیل کنید.

در شکل ۶ـ۱۴ بعضی از معایب متداول در پرچکاری نشان داده شده است. اگر پرچکاری درست انجام نشود، احتمال دارد عیبهای زیر بروز کنند:

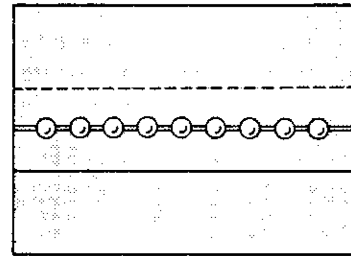
۱. پارگی، که هنگامی رخ می‌دهد که پرچها به لبهٔ ورق نزدیک باشند؛
۲. شکافت ورق در امتداد خط پرچکاری، که در صورتی پدید می‌آید که پرچها خیلی به هم نزدیک باشند.
۳. بریدن پرچ، که در صورت میزان نبودن سوراخها یا بیش از حد کوچک بودن آنها رخ می‌دهد.
۴. خم‌شدن پرچ، که در صورت خیلی بلند بودن پرچ رخ می‌دهد.



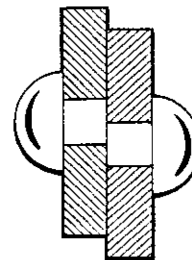
شکل ۶ـ۱۳ طرز استفاده از سنبه و قالب پرچکاری.



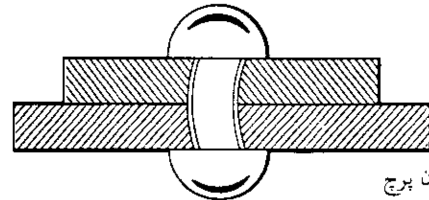
پارگی



شکاف



بریدن پرچ



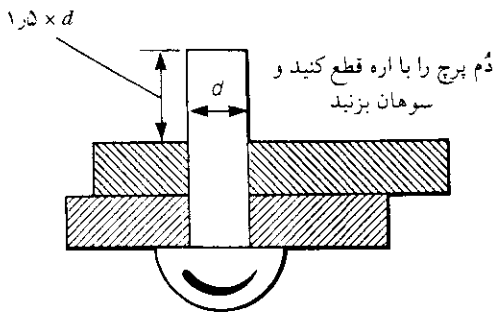
خم‌شدن پرچ

شکل ٦ـ۱۴ عیبهای متداول در پرچکاری.

هرگز ته پرچ را با انبردست یا ابزاری شبیه به آن کوتاه نکنید؛ پرچ را اره کنید و سوهان بزنید تا خم نشود (شکل ۶ـ۱۵).

ایمنی در کارگاه ورقکاری

▲ در هنگام ورقکاری مراقب باشید؛ لبه‌های تیز ورق بسیار خطرناک‌اند.



شکل ٦ـ۱۵ دُم پرچی که درست اره و سوهانکاری شده است.

در کارگاه ورقکاری، همواره مقررات ایمنی زیر را رعایت کنید:

۱. ورق را با احتیاط بسیار زیاد جابه‌جا کنید.
۲. لباس محافظ بپوشید. در هنگام انجام عملیاتی مانند خمکاری و لب‌مفتولی کردن دستکش دست کنید.
۳. قطعات نوک‌تیز فلزی را در اطراف رها نکنید.
۴. روغن‌لحیم فعال خاصیت اسیدی دارد. وقتی به روغن‌لحیم نیاز ندارید، آن را کنار بگذارید. در هنگام لحیمکاری از عینک ایمنی، دستکش و پیش‌بند چرمی استفاده کنید تا صدمه نبینید.
۵. هویهٔ داغ را در محل امنی قرار دهید تا دچار سوختگی نشوید.

■ مرور مطالب این فصل

● پیش از بریدن و شکل دادن ورق باید الگوی گستردهٔ آن را تهیه کنید.

● برای انجام هر کار از ابزار مناسب برای آن کار استفاده کنید.

● از سندانهای ورقکاری برای خمکاری، شکلدهی و اتصال ورق استفاده می‌شود. مثلاً از سندان نیم‌گرد برای برگرداندن لبهٔ قطعه‌های دایره‌ای و از سندان لب‌برگردان برای برگرداندن لبه با زاویهٔ بیشتر از 90° استفاده می‌شود.

● برای متصل کردن لبه‌ها می‌توان از درزهای خشکه‌بند، پرچکاری یا لحیمکاری استفاده کرد.

● انتخاب نوع درز تا حدودی به نوع کار بستگی دارد. مثلاً

برای ایجاد و درز آب‌بندی بهتر است از درزکشویی استفاده کنید.

● اگر درز خشکه‌بند نیست (مانند درز لب‌برلب یا درز لب‌برلب خزینه) باید آن را پرچ یا لحیم کنید.

● پرچکاری فرایندی برای اتصال دائمی قطعات است و در آن از یک مفتول فلزی چکش‌خوار به نام پرچ استفاده می‌شود.

● برای به دست آوردن نتایج رضایتبخش، روشهای مختلف ایجاد اتصال را درست اجرا کنید.

تمرین و پرسش

۱. درز خشکه‌بند چیست؟ این درزها، نسبت به درزهای غیرخشکه‌بند، چه مزیتی دارند؟

۲. نحوهٔ ایجاد درز پیچکی آب‌بندی را شرح دهید.

۳. درزهای زیر را که در ورقکاری کاربرد دارند توصیف کنید:

الف) پیچکی ب) خشکه‌بند ج) لب‌برلب خزینه

با رسم شکل جواب دهید.

۴. نحوهٔ آماده‌سازی لبهٔ مفتولی را با ترسیم شکل شرح دهید.

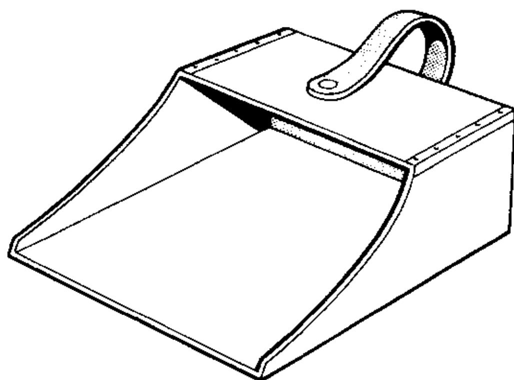
۵. نحوهٔ لحیمکاری درز لب‌برلب را بااستفاده از هویه شرح دهید.

٦. سه عیب متداول در پرچکاری را، با رسم شکل، شرح دهید.

۷. به کمک مربی خود پروژه‌های زیر را انجام دهید.

الف) یک آبپاش با گنجایش تقریبی ۲ لیتر طراحی کنید و آن را بسازید. برای ساخت آبپاش از ورق آهن سفید (گالوانیزه) استفاده کنید و درزهای آن را پرچکاری، لحیمکاری یا زردجوشکاری کنید.

ب) با استفاده از ابعاد دلخواه و ماده‌ای مناسب، وسیلهٔ نشان داده شده در شکل ۶ـ۱۶ را بسازید. پیش از شکل دادن آن، نحوهٔ گسترش قطعه را نشان دهید.



شکل ٦ـ١٦ پروژهٔ ۲.

۷

فلزکوبی

مقدمه

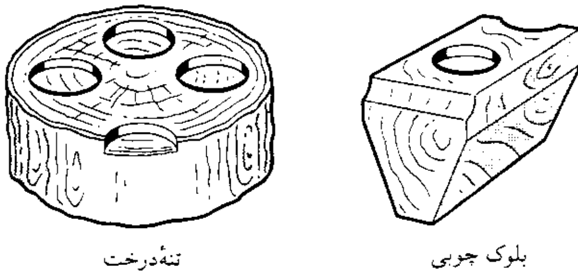
فلزکوبی عبارت است از شکل دادن ورق نازک با استفاده از چکش غیرفلزی یا چکش فلزی. فرایندهای فلزکوبی در کارگاههای آموزشی چندان متداول نیستند، اما آشنایی با این فن قدیمی فلزکاری و کسب مهارت در آن، به هنرجو کمک زیادی خواهد کرد. در بخش اول این فصل به بحث در مورد فلزکوبی می‌پردازیم و در بخش دوم با زردجوشکاری و لحیم نقره آشنا می‌شویم؛ از این دو فرایند برای اتصال قطعات تولید شده به روش فلزکوبی استفاده می‌شود.

ابزارها و تجهیزات

ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در فلزکوبی را می‌توان به آسانی در بخشهای دیگر کارگاه فلزکاری یافت، اما ابزارهای خاص فلزکوبی عبارت‌اند از: بلوک چوبی یا کیسهٔ شن، سندان و چکش.

بلوک چوبی تکه‌ای از تنهٔ درخت است که بریده شده و برای کاسگری (شکل ۷ـ۱) به کار می‌رود. در کارگاه آموزشی می‌توانید قطعهٔ چوبی کوچکی را به گیره ببندید و از آن استفاده کنید. چکش‌کاری در امتداد تار چوب انجام می‌شود تا چوب شکاف برندارد. اگر بلوک چوبی در اختیار ندارید می‌توانید از کیسهٔ شن استفاده کنید.

شکل دادن فلز به‌کمک سندان انجام می‌شود(شکل ۷ـ۲). بعضی از این سندانها را می‌توان در کارگاه فلزکاری ساخت. انواع متداول آن عبارت‌اند از سندان بالاکشی، و خرک و سندان. کف سندانها را باید تمیز نگه دارید تا زبری آن سبب صدمه دیدن قطعه‌کارها نشود. سندانهای فلزکوبی را به گیره می‌بندند یا در مقر ابزار سندان آهنگری قرار می‌دهند.



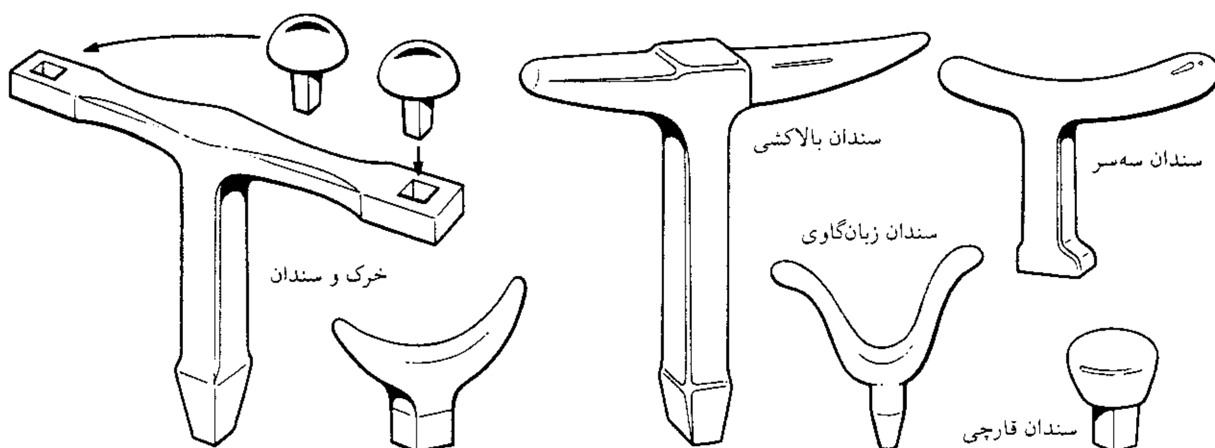
شکل ۷ـ۱ بلوکهای چوبی.

در شکل ۷ـ۳ **چکشهای** مورد استفاده در فرایندهای فلزکوبی مختلفی که در ادامهٔ همین فصل شرح داده می‌شوند نشان داده شده است. برای کسب بهترین نتیجه، باید برای هر فرایند چکش مناسب انتخاب کنید.

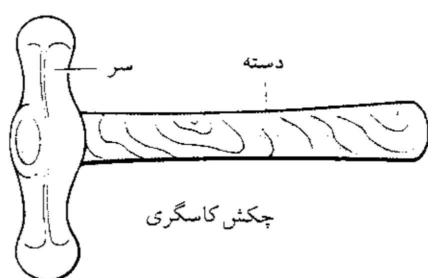
توصیه می‌شود که قبل از چکش‌کاری و پس از چکش‌کاری، فلز را تمیز و نرم کنید. پس از گرم کردن قطعات فلزی، آنها را اسیدشویی می‌کنند(یعنی در حمام اسید فرو می‌برند). حمام اسید باید به منبع آب تمیز نزدیک باشد. حمام اسید معمولاً حاوی مخلوطی از اسید سولفوریک و اسید نیتریک است، اما در کارگاههای آموزشی استفاده از اسید سولفوریک رقیق توصیه می‌شود. اگر از حمام گرم استفاده می‌کنید باید آن را در محلی قرار دهید که بتوان بخارهای تولید شده را از کارگاه خارج کرد.

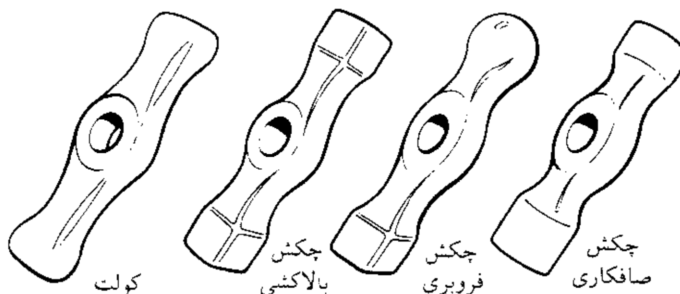
اسیدشویی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. قطعه را به مدت چند دقیقه در حمام اسید قرار دهید.
۲. پس از گذشت چند دقیقه، آن را بیرون بیاورید و با آب تمیز بشویید.
۳. قطعه را خشک و تمیز کنید.



شکل ۷ـ۲ انواع سندان در فلزکوبی.





شکل ۷ـ۳ انواع چکش.

▲ در هنگام استفاده از حمام اسید مراقب باشید، زیرا فلزات داغی که در اسید فرو می‌روند سبب غلیان اسید می‌شوند و بخار تولید می‌کنند. با تعبیه درپوش برای حمام اسید، از خود و دیگران محافظت کنید.

با تابکاری فلزی که روی آن کار انجام شده است، می‌توان فلز را نرم کرد.

فرایندهای فلزکوبی

آن دسته از فرایندهای فلزکوبی که برای اجرا در کارگاههای آموزشی مناسب‌اند عبارت‌اند از کاسگری، خشکه‌بندی، بالاکشی، فروبری، صافکاری و صیقل‌کاری.

کاسگری

کاسگری (شکل ۷ـ۴) فرایند ساده‌ای است که برای ساختن اشیایی مانند کاسه و سینی به کار می‌رود. از این فرایند برای ساختن قطعات کم‌عمق استفاده می‌کنند، به طوری که فلز در حین چکش‌کاری زیاد کشیده نشود.

فرایند کاسگری به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. پولکی از ورق به شکل و اندازهٔ مناسب برش دهید.
۲. آن را روی بلوک چوبی یا کیسه شن چرمی نگه دارید.
۳. چکش‌کاری را از لبه‌های قطعه شروع کنید و به سمت وسط بروید.
۴. قطعه را بچرخانید و چکش‌کاری را در سرتاسر محیط آن

برای محاسبهٔ قطر پولک مورد استفاده برای کاسگری باید قطر و عمق قطعهٔ نهایی را با هم جمع کنید. مثلاً برای ساخت کاسه‌ای به قطر ۱۸۰ mm و عمق ۳۰ mm، پولک را باید از مربعی به ضلع ۲۱۰ mm ببرید؛ البته این محاسبه تقریبی است.

انجام دهید.

۵. این فرایند را، روی دایره‌های هم‌مرکز، تکرار کنید.

۶. در حین کاسگری قطعه را تابکاری و اسیدشویی کنید.

فروبری

در فروبری فقط بخشی از ورق را شکل می‌دهند تا، مثلاً، سینی یا بشقاب درست کنند. در این فرایند، فلز فقط در وسط فرو می‌رود و حلقهٔ تختی در پیرامون ورق باقی می‌ماند. برای فروبری از چکش غیرفلزی یا چکش قالب‌زنی استفاده می‌شود (شکل ۷ـ۵).

مراحل کار به ترتیب زیر است:

۱. پولکی از ورق به شکل و اندازهٔ مناسب ببرید.

۲. پولک را روی بلوک چوبی زبانه‌دار قرار دهید.

۳. با استفاده از چکش غیرفلزی یا چکش قالب‌زنی به ورق ضربه بزنید.

۴. کف و دورهٔ قطعه را با استفاده از قطعهٔ هموارساز و چکش غیرفلزی هموار کنید.

دقت کنید که کف و دورهٔ قطعه تخت و هموار شوند.

بالاکشی

با استفاده از این فرایند شکلهای عمیق ایجاد می‌کنند (شکل ۷ـ۶). در این فرایند فلز منقبض و ضخیم می‌شود. ورق را به هر شکل دلخواه می‌توان بالاکشی کرد. قطعاتی که به این روش ساخته می‌شوند عبارت‌اند از گلدان، جعبه و پارچ.

بالاکشی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

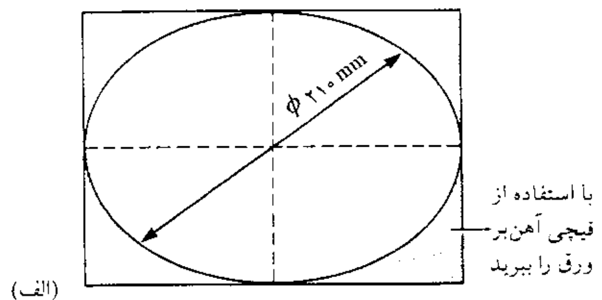
۱. ورق را آماده کنید و با استفاده از مداد دایره‌های هم‌مرکز روی آن بکشید.

۲. ورق را به صورت مایل روی سندان بالاکشی قرار دهید.

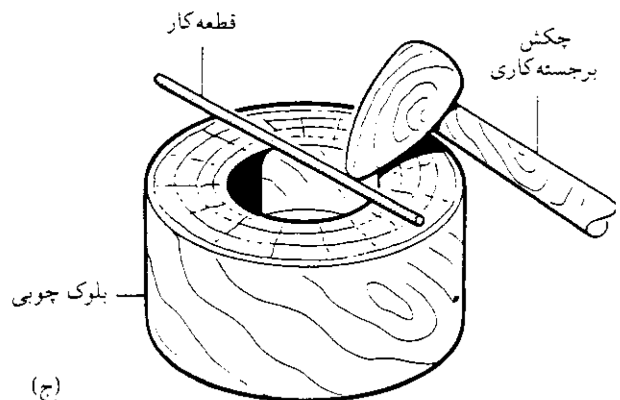
۳. ضربه زدن را از وسط شروع کنید؛ دایره‌های هم‌مرکز، راهنمای چکش‌کاری اند.

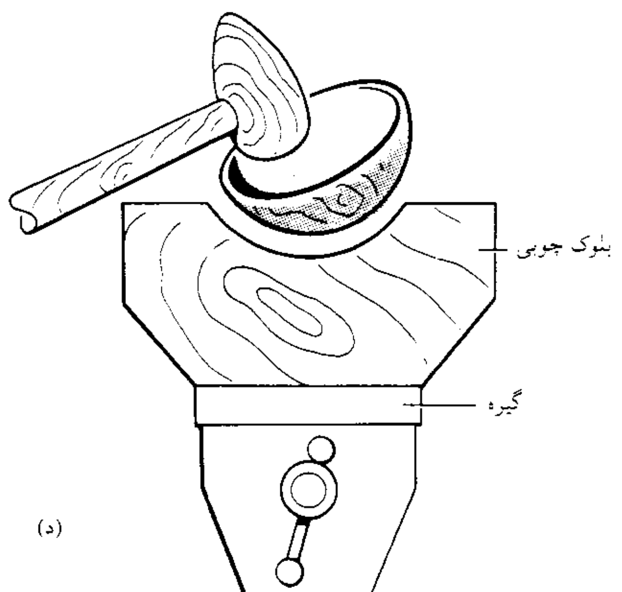
۴. پس از هر مرحله از کار، ورق را تابکاری کنید.

۵. قطعه را صافکاری کنید (دنبالهٔ مطلب را ببینید).

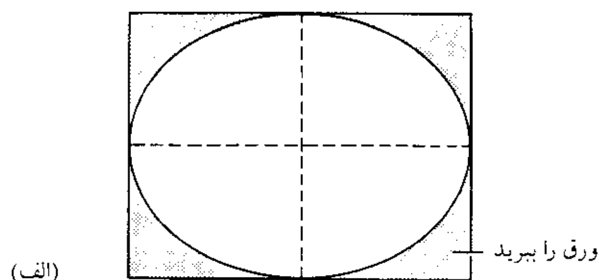


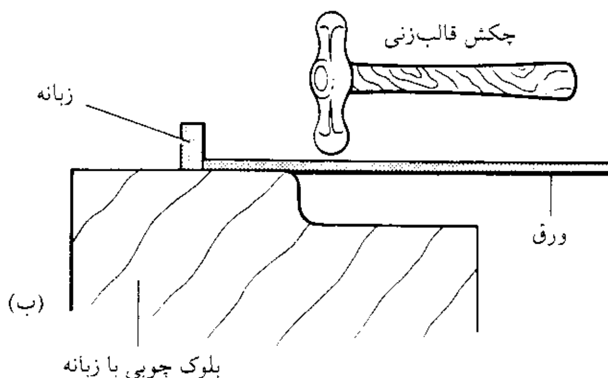


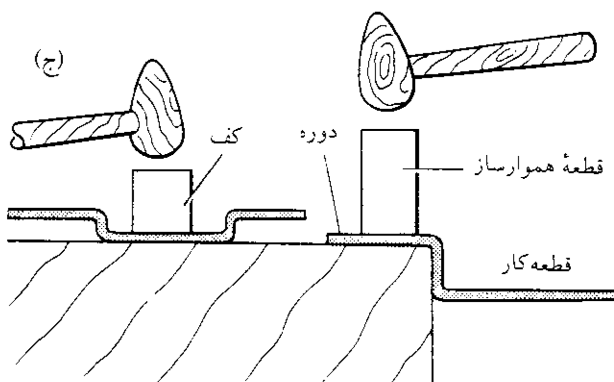




شکل ۷ـ۴ کاسگری: الف) بریدن پولک به اندازهٔ مناسب؛ ب) شکل و اندازهٔ کاسه؛ ج) چکش‌کاری از لبه؛ د) پرداختکاری کاسه.





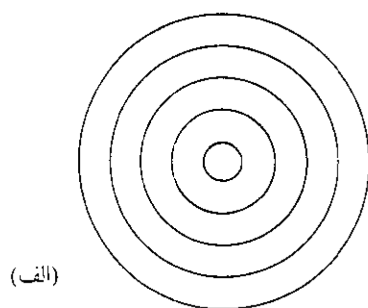


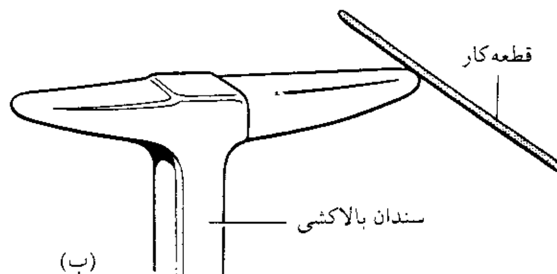
شکل ۷ـ۵ فروبری. الف) ورق را به شکل و اندازهٔ مورد نظر ببرید؛ ب) پولک را روی بلوک چوبی قرار دهید؛ با استفاده از چکش قالب‌زنی به آن ضربه بزنید؛ ج) دوره و کف قطعه را صاف کنید.

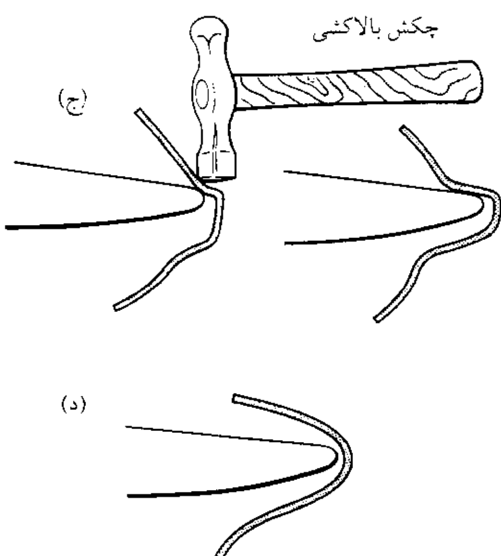
مراقب کیس افتادن و چین خوردن ناخواستهٔ ورق باشید و از آن جلوگیری کنید.

صافکاری

پس از کاسگری، فروبری یا بالاکشی،باید قطعه‌کار را صافکاری کنید (شکل ۷ـ۷)، تا فلز سخت شود و کیفیت سطح آن بهبود یابد. برای انجام این عملیات از چکش صافکاری استفاده می‌شود. چون در این فرایند فلز کشیده







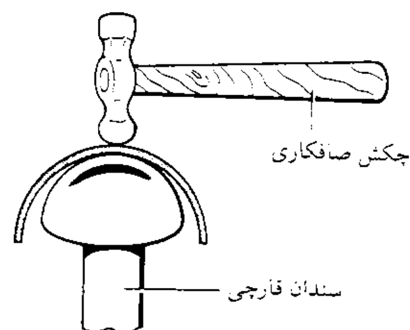
شکل ۷ـ٦ بالاکشی: الف) ورق با دایره‌های هم‌مرکز؛ ب) قطعهٔ قرار گرفته روی سندان بالاکشی؛ ج) بالاکشی از وسط؛ د) مرحلهٔ نهایی.

می‌شود، در هنگام اجرای آن باید مراقب باشید.

برای صافکاری:

۱. قطعه‌کار را روی سندان مناسب قرار دهید.

با زدن ضربه‌های سبک، از به جا ماندن اثر چکش جلوگیری کنید. چکشها و سندانها را به طور مرتب صیقل‌کاری و چرب کنید تا تمیز بمانند و زنگ نزنند.



شکل ۷ـ۷ صافکاری.

۲. بـــا اســتفاده از چکش صــافکاری، هــمه جــای آن را چکش‌کاری کنید.

اتصال درز لب‌به‌لب

پس از چکش‌کاری معمولاً قطعات را با لحیم نقره به هم متصل می‌کنند. لحیم نقره و زردجوشکاری را در دنبالهٔ همین فصل شرح می‌دهیم. بعضی از درزها را باید ابتدا سیم‌بندی کرد (یعنی با یک تکه سیم آنها را مهار کرد) و سپس لحیمکاری یا زردجوشکاری را شروع کرد تا قطعه در نتیجهٔ انبساط تابیدگی پیدا نکند (شکل ۷ـ۸).

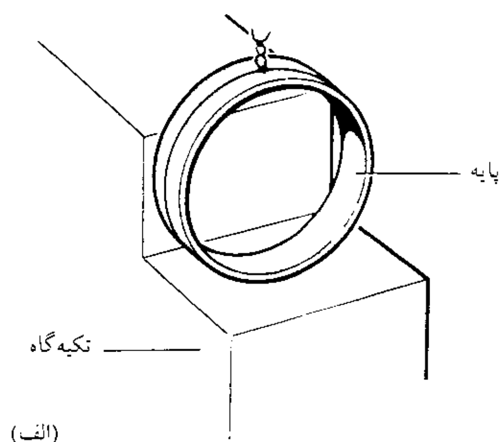
۱. لبه‌های درز را سوهان بزنید تا آماده شود.
۲. درز را سیم‌بندی کنید.
۳. درز را لحیم نقره یا زردجوشکاری کنید.

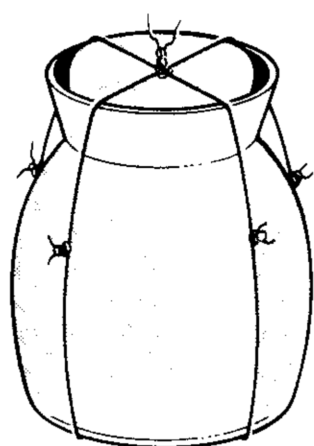
لبه‌کوبی

چون ورق مورد استفاده در فلزکوبی نازک است، معمولاً لبهٔ آن ضخیم می‌شود. در لبه‌کوبی با استفاده از چکش بالاکشی به لبهٔ قطعه‌کار ضربه می‌زنند. در نتیجهٔ لبه‌کوبی، دورهٔ قطعه محکم می‌شود. در نتیجهٔ این عمل، هرگاه فرایندهای دیگر (مانند تابکاری) روی قطعه انجام شود، قطعه تاب برنمی‌دارد. برای متصل کردن قطعاتی که به روش بالاکشی ساخته شده‌اند، باید ابتدا آنها را لبه‌کوبی کنید.

فرایند لبه‌کوبی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. دورهٔ قطعه را در میلهٔ تاکن قرار دهید یا قطعه را روی





شکل ۷ـ۸ سیم‌بندی: الف) سیم‌بندی پایه؛ ب) سیم‌بندی روی پایه.

کیسه شن بگذارید (شکل ۷ـ۹).

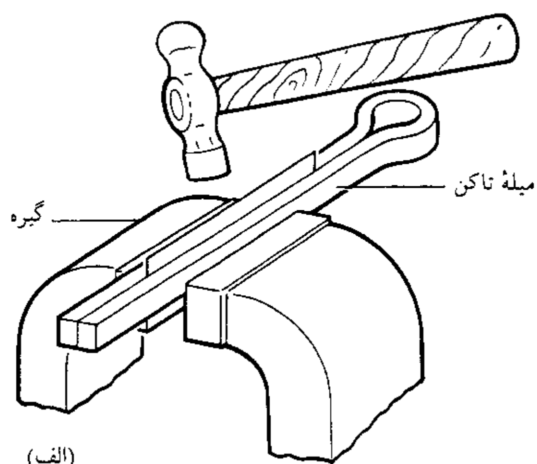
۲. با استفاده از چکش بالاکشی، ضربه‌های ملایم به لبهٔ قطعه‌کار بزنید.
۳. قطعه‌کار را بچرخانید و دورهٔ آن را مکرراً چکش‌کاری کنید.

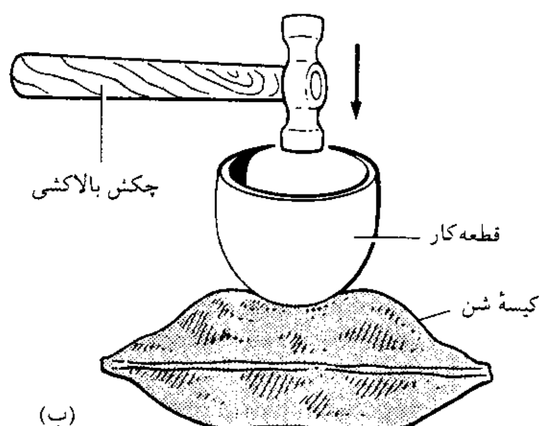
برای جلوگیری از کیس افتادن در قطعه، از زدن ضربه‌های محکم خودداری کنید.

قلم‌زنی

در قلم‌زنی، با استفاده از سنبه‌های مختلف، نقشهایی روی قطعه ایجاد می‌کنند. این نقشها با استفاده از چکش قلم‌زنی ایجاد می‌شود.

روش کار به ترتیب زیر است:





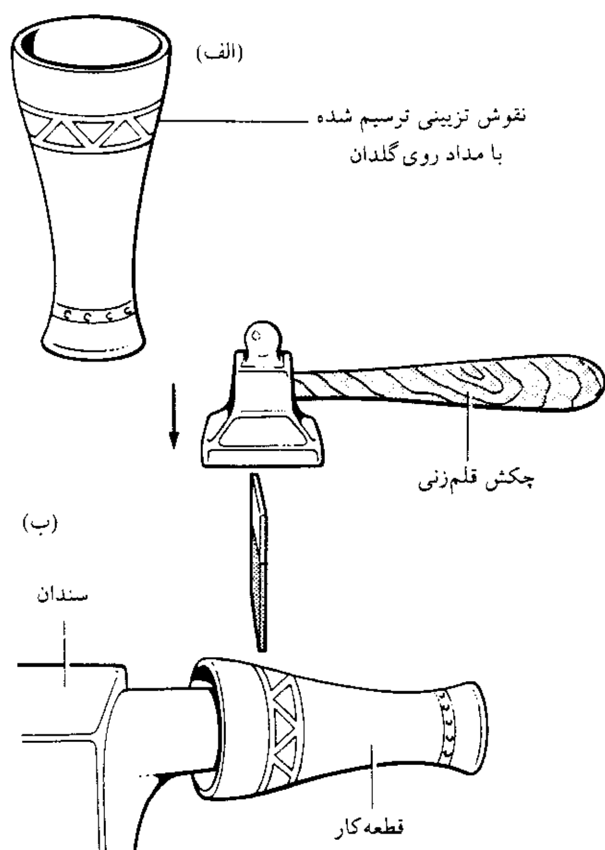
شکل ۷ـ۹ لبه‌کوبی: الف) قطعه را در میلهٔ تاکن قرار دهید؛ ب) قطعه را روی کیسه شن بگذارید.

۱. روی قطعه نقش تزیینی مورد نظر را که باید قلم‌زنی شود ترسیم کنید (شکل ۷ـ۱۰ الف).
۲. قطعه را روی سندان مناسب قرار دهید.
۳. با استفاده از ابزار قلم‌زنی مناسب، طرح یا نقش را روی قطعه ایجاد کنید (شکل ۷ـ۱۰ ب).

> در هنگام قلم‌زنی از زدن ضربه‌های سنگین خودداری کنید؛ در غیر این صورت ممکن است سنبه ورق را سوراخ کند.

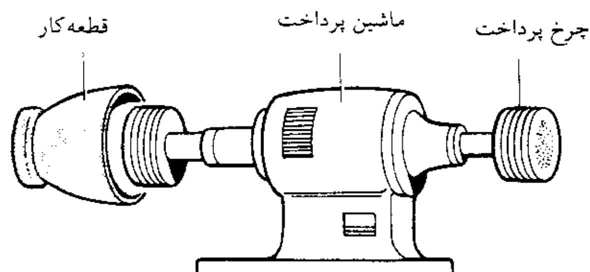
صیقل‌کاری

خراشها یا خشهای ایجاد شده روی سطح قطعه‌کار را باید به دقت از بین برد. این کار آسانی نیست، بنابراین در هنگام



شکل ۷ـ۱۰ قلم‌زنی: الف) ترسیم نقشهای تزیینی روی گلدان؛ ب) قلم‌زنی.

انجام آن باید خیلی دقت کنید. با شابر زدن می‌توانید زایدات لحیمکاری را بتراشید و برای از بین بردن خراشها باید از سنگ مخصوصی استفاده کنید که برای از بین بردن خراشهای روی قطعه به کار می‌رود. اما صیقل‌کاری معمولاً با استقرار قطعه روی چرخ پرداخت انجام می‌شود (شکل ۷ـ۱۱). این چرخها روی محورهای چرخان ماشین پرداخت نصب می‌شوند. متداول‌ترین چرخهای پرداخت را از چلوار



شکل ۷ـ۱۱ چرخ پرداخت.

می‌سازند و انواع آن عبارت است از **چرخ پرداخت دوخته**، برای صیقل‌کاری اولیه و **چرخ پرداخت ندوخته** برای صیقل‌کاری نهایی.

پولیش را معمولاً به صورت میله تهیه می‌کنند. پولیش از ذرات ساینده‌ای تشکیل می‌شود که در موم قرار گرفته‌اند. وقتی چرخ پرداخت می‌چرخد، پولیش را روی آن فشار می‌دهند و در نتیجه پولیش به سطح قطعه‌کار منتقل می‌شود.

برای صیقل‌کاری قطعه‌ای که قبلاً شابر زده شده است، به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. ماشین را روشن کنید.
۲. پولیش را روی چرخ پرداخت بمالید.
۳. قطعه‌کار را به چرخ پرداخت نزدیک کنید.

> صیقل‌کاری قطعه‌کار چکش‌کاری شده سبب از بین رفتن خراشهای آن نخواهد شد؛ بلکه فقط آنها را بیشتر جلوه می‌دهد.

زردجوشکاری و لحیم نقره

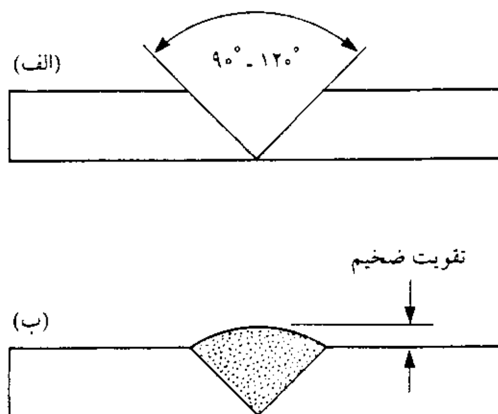
> زردجوشکاری و لحیم نقره فرایندهایی برای اتصال فلزات هم‌جنس یا غیرهم‌جنس، از طریق پیوند مایع - جامدند.

این فرایند را پیوند مایع - جامد می‌نامند زیرا در آن سیم‌جوش (فلز پرکننده) ذوب می‌شود تا فلزات مبنا را، که جامد می‌مانند، به هم متصل کند. گاهی این دو فرایند را **لحیمکاری سخت** نیز می‌نامند.

اصول فرایندهای لحیمکاری و لحیمکاری سخت مشابه است. تنها تفاوتهای آنها در دمای ذوب و نوع **عامل پیوند** است.لحیمکاری در دماهای پایینتر از ۴۵۰°C انجام می‌شود؛ لحیمکاری سخت را در دماهای بالاتر انجام می‌دهند.

زردجوشکاری

زردجوشکاری فرایندی است که در آن فلزاتی را که باید متصل شوند گرم می‌کنند تا فلز پرکننده ذوب شود و به داخل درز جریان پیدا کند.

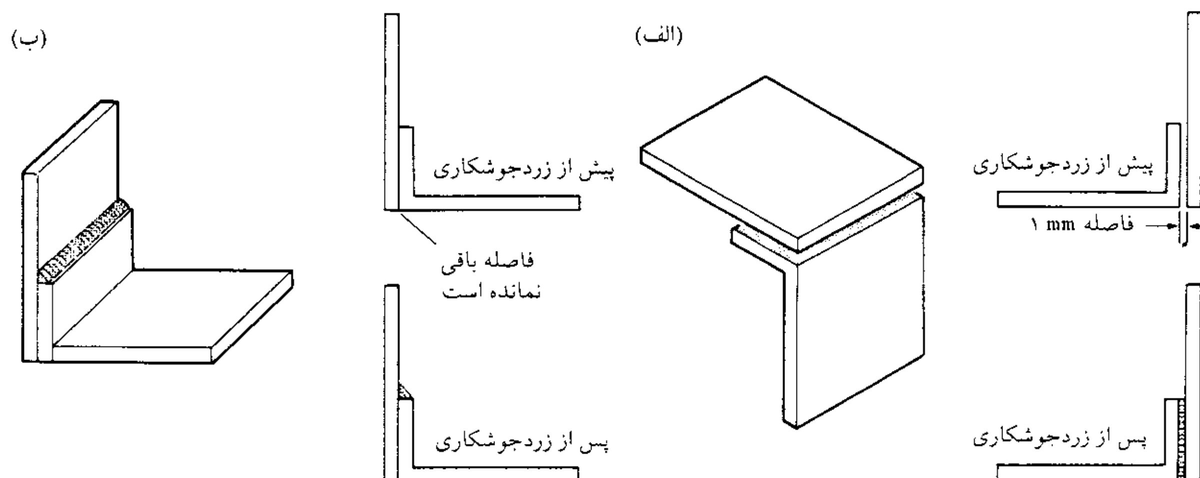


شکل ۷-۱۲ اتصال لحیم جوشکاری: الف) آماده‌سازی اتصال جناغی؛ ب) اتصال کامل شده.

در **لحیم جوشکاری**، در محل درز شکافی تعبیه و آن را با فلز مذاب پر می‌کنند تا، شبیه جوشکاری، پیوند تشکیل شود (شکل ۷-۱۲). در **زردجوشکاری** اتصال کاملاً کیپ است و مذاب بر اثر **مویینگی** به داخل آن کشیده می‌شود. خاصیت مویینگی همان خاصیتی است که سبب می‌شود آب جذب کاغذ شود یا مایع در نی بسیار باریک بالا رود. به همین سبب، اتصالات زردجوش باید فاصلهٔ دقیقی داشته باشند تا جذب مویینگی آسانتر انجام شود. اگر این فاصله بیش از حد کم یا زیاد باشد اتصال ضعیف می‌شود. فاصله‌ای بین ۰٫۵ و ۱ میلیمتر ایدئال است (شکل ۷-۱۳).

در زردجوشکاری از فلزات پرکنندهٔ مختلفی استفاده می‌کنند؛ این فلزات را **مفرغ لحیم** نیز می‌نامند. فلزات پرکننده به صورت سیم، مفتول، تسمه یا پودر در دسترس‌اند. آنها را با توجه به فلزاتی که باید متصل شوند، استحکام مورد نظر، طرح اتصال، دسترسی‌پذیری و قیمت، شکل ظاهری و فرایند گرمایش انتخاب می‌کنند.

فلز پرکننده‌ای که در زردجوشکاری به کار می‌رود باید خواص زیر را داشته باشد: بتواند فلزات مبنا را «خیس» کند و پیوند محکمی با آنها تشکیل دهد؛ نقطهٔ ذوب مناسب داشته باشد تا به داخل اتصال کشیده شود؛ بتواند اتصال محکم و مقاوم در برابر خوردگی ایجاد کند.



شکل ۷ـ۱۳ فاصله در اتصال زردجوش: الف) درست؛ ب) نادرست.

متداولترین فلز پرکننده برای زردجوشکاری، برنج است که آلیاژ مس با روی است. اگر قطعه بیش از اندازه گرم شود، دود سفیدی تولید می‌کند (اکسید روی). وقتی این دود استنشاق شود ممکن است مسمومیت روی ایجاد کند؛ بنابراین فرو بردن این دودها خطرناک است. از این نوع فلز پرکننده برای زردجوشکاری و لحیم جوشکاری فولادهای کربنی، چدن، آهن گالوانیزه، مس، آلیاژهای نیکل ـ مس و برنز سیلیسیم استفاده می‌کنند.

انواع دیگر فلز پرکننده عبارت‌اند از آلیاژ آلومینیم ـ سیلیسیم، برای آلومینیم؛ آلیاژ نیکل، برای فولاد آلیاژی، فولاد زنگ‌نزن، نیکل و آلیاژهای نیکل ـ مس؛ آلیاژ طلا، برای فولاد زنگ‌نزن و نیکل؛ و فسفر ـ مس، برای مس، برنز سیلیسیم و تنگستن.

تنکارهای زردجوشکاری موادی هستند که برای جلوگیری از تشکیل اکسیدها یا کاهش تشکیل آنها، در هنگام زردجوشکاری یا لحیم جوشکاری به کار می‌روند. تنکار نمی تواند اکسیدهایی را که قبلاً ایجاد شده‌اند، یا گرد و خاک، گریس و روغن را پاک کند. بنابراین پیش از ایجاد اتصال، باید سطوح قطعات را کاملاً تمیز کرد.

تنکارها را به صورت پودر، خمیر، مایع، ورق یا حلقه می‌فروشند. بعضی از آنها با فلز پرکننده مخلوط شده‌اند و در داخل یا روی آن قرار دارند. تنکار خمیری از همه متداولتر است. این تنکار به خوبی به اتصال می‌چسبد. تنکار پودری را روی اتصال می‌پاشند یا نوک سیم‌جوش را در ظرف محتوی تنکار فرو می‌برند.

تنکار باید به سرعت در فلز پرکننده حل شود و سیالیت آن را افزایش دهد. تنکار باید از اکسیدشدن سطح فلز جلوگیری کند تا فلز پرکننده به داخل درز جاری شود و به فلز بچسبد.

تنکارهای متداول عبارت‌اند از بوراکس (اسید بوریک)، بوراتها، فلوریدها، فلوئوروبوراتها، کلریدها و قلیاها. بوراکس از همهٔ اینها متداولتر است. از بوراکس برای زردجوشکاری همهٔ فلزات، به استثنای آلومینیم و آلیاژهای آن و آلیاژهای منیزیم، استفاده می‌شود.

▲ بیشتر تنکارها خورنده‌اند. وقتی از تنکار استفاده می‌کنید، فوراً اتصال را بشویید تا باقیماندهٔ تنکار پاک شود. برای زردجوشکاری قطعات الکتریکی از تنکارهای خورنده استفاده نکنید.

برای زردجوشکاری و لحیم نقره از یک نوع تجهیزات اکسی‌استیلن استفاده می‌شود. شعلهٔ اکساینده برای زردجوشکاری مناسب است (شکل ۱۰ـ۱۶). برای زردجوشکاری و لحیم نقره، می‌توان از **کورهٔ زردجوشکاری** نیز استفاده کرد.

برای انجام این فرایند باید به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. سطوحی را که باید زردجوشکاری شوند تمیز کنید.
۲. فلز پرکننده و تنکار مناسب انتخاب کنید.
۳. قطعات را به دقت آماده کنید و مراقب باشید که کاملاً با هم جفت و جور شوند.
۴. تنکار را به قطعه و فلز پرکننده بمالید.
۵. از طریق «بازی کردن با شعله» (نه با نوک مخروط) سطح قطعه را پیشگرم کنید. بدین ترتیب قطعه به طور یکنواخت گرم می‌شود.
۶. فلز پرکننده را روی اتصال ذوب کنید تا کاملاً به داخل درز جاری شود.
۷. اتصال و فلز اطراف آن را تمیز کنید تا تنکار یا آشغال روی آن نماند.
۸. این عملیات را تکرار کنید تا مهارت کافی پیدا کنید.

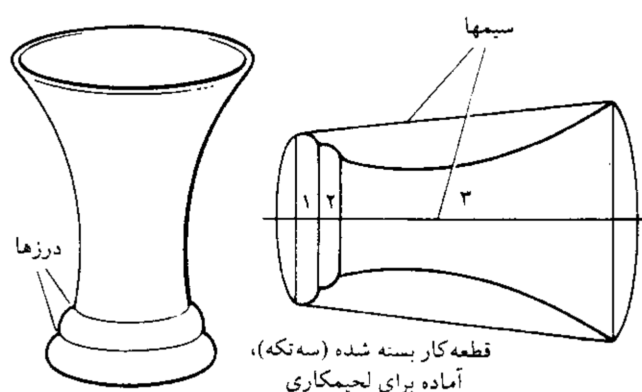
لحیم نقره

این فرایند شبیه زردجوشکاری است و با هدف مشابه نیز انجام می‌شود. اختلاف بین این دو فرایند در فلز پرکنندهٔ مورد استفاده است. فلز پرکننده‌ای که در فرایند اخیر مصرف می‌شود، نقره دارد. دو نوع فلز پرکنندهٔ متداول در فرایند لحیم نقره عبارت‌اند از (الف) نقره ـ کادمیم ـ روی، که در آن کادمیم و روی می‌توانند روی چدن جاری شوند و با آن آلیاژ تشکیل دهند؛ (ب) مس ـ نقره ـ فسفر، که برای اتصال قطعات مسی، برنجی و برنزی به کار می‌رود.

تنکارهای مورداستفاده برای لحیم‌نقره عبارت‌اند از اسید بوریک (بوراکس)، بوراتها، فلوریدها و فلوئوروبوراتها. این تنکارها به‌صورت پودر، خمیر یا مایع در دسترس‌اند. پس از ایجاداتصال بایدفوراً باقیماندهٔ‌تنکار را از روی قطعه پاک کرد.

عملیات لحیم نقره به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. سطوحی را که باید متصل شوند، کاملاً تمیز کنید.
۲. قطعات را روی هم سوار کنید (مثلاً می‌توانید با سیم، مطابق شکل ۷ـ۱۴، آنها را به هم ببندید). در صورت لزوم از تکیه‌گاه استفاده کنید.



شکل ۷ـ۱۴ لحیم نقره.

۳. به محل اتصال تنکار بمالید.
۴. قطعات را گرم کنید.
۵. فلز پرکننده را روی محل اتصال ذوب کنید و صبر کنید تا سرد و منجمد شود.
۶. اتصال را کاملاً تمیز کنید.
۷. روی قطعات و مواد مختلف تمرین کنید تا مهارت شما کامل شود.

مزایای زردجوشکاری و لحیم نقره

در این فرایندها نیازی به ذوب شدن فلزات مبنا نیست، و در مقایسه با جوشکاری در دمای پایینتری انجام می‌شوند. با گرم کردن قطعات متصل شده به هم می‌توان آنها را از هم جدا کرد، بدون اینکه صدمه ببینند؛ در نتیجه استفادهٔ مجدد از این قطعات امکانپذیر است. اتصالهای ایجاد شده به اندازهٔ کافی صلب و محکم هستند که در صورت نیاز بتوان آنها را دائمی تلقی کرد. با استفاده از این فرایندها می‌توان مواد غیرهم‌جنس را به هم متصل کرد: مثلاً سرامیکها را به آسانی می‌توان به میله‌هایی از فولاد نرم زردجوشکاری کرد و به عنوان ابزار تراشکاری به کار گرفت. اتصال سریعتر ایجاد می‌شود. قطعات کمتر صدمه می‌بینند. تغییرات سریع دما سبب ایجاد تنشهای داخلی می‌شود؛ با کاهش سرعت گرم کردن و سرد کردن، این اثر کاهش می‌یابد. قطعاتی با ضخامت متغیر را می‌توان به هم متصل کرد. اگر قطعات، در هنگام متصل کردن، نامیزان شدند می‌توان آنها را دوباره میزان کرد.

■ **مرور مطالب این فصل**

در فلزکوبی، ورق نازک را با استفاده از چکش غیرفلزی یا چکش شکل می‌دهند. مصنوعاتی که به این روش تولید می‌شوند عبارت‌اند از گلدان، جعبه، سینی. برای متصل کردن قطعات به هم از فرایندهای زردجوشکاری و لحیم نقره استفاده می‌شود.

● ابزارها و تجهیزات فلزکوبی را با توجه به نوع فرایند یا عملی که باید انجام شود انتخاب می‌کنند.

● برای کاسگری از بلوک چوبی یا کیسه شن استفاده می‌کنند. سندان تکیه‌گاه قطعه‌کار است.

● چکشهای مورد استفاده در فلزکوبی عبارت‌اند از کولت، چکش کاسگری، چکش بالاکشی، چکش فروبری و چکش صافکاری.

● فلزات را در حمام اسیدشویی تمیز می‌کنند. در هنگام استفاده از حمام اسیدشویی مراقب باشید؛ ممکن است اسید خطرناک باشد.

● فرایندهای متداول فلزکوبی که با استفاده از ابزارها و تجهیزات مختلف انجام می‌شوند عبارت‌اند از کاسگری، فروبری، بالاکشی، صافکاری و لبه‌کوبی. این فرایندها با هم متفاوت‌اند؛ از کاسگری می‌توان برای ساختن کاسه یا سینی استفاده کرد؛ قطعات عمیق (مانند گلدان و قوطی) را با استفاده از فرایند بالاکشی می‌سازند.

● با استفاده از سنبه یا قلم می‌توان روی قطعات ساخته شده نقشهای تزیینی ایجاد کرد. این فرایند را قلم‌زنی می‌نامند.

● فرایندهای زردجوشکاری و لحیم نقره فرایند لحیمکاری سخت تلقی می‌شوند.

● زردجوشکاری فرایند اتصال قطعات فلزی است که در آن فلز پرکنندهٔ مذاب بر اثر خاصیت مویینگی به داخل درز کشیده می‌شود.

● در لحیم‌جوشکاری شکاف عریضی بین دو قطعه، در محل اتصال، وجود دارد که با فلز پرکنندهٔ مذاب پرمی‌شود.

● فلز پرکنندهٔ مورد استفاده از زردجوشکاری و لحیم نقره را گاهی «مفرغ لحیم» می‌نامند.

● متداولترین فلزپرکنندهٔ مورد استفاده در زردجوشکاری، برنج است که آلیاژی است از مس و روی.

● فلز پرکنندهٔ مورد استفاده برای لحیم نقره در ترکیب خود نقره دارد.

● در هنگام زردجوشکاری یا لحیم نقره از تنکار استفاده می‌کنند تا مانع تشکیل اکسید شود.

● تنکارها نمی‌توانند گرد و غبار، گریس یا روغن را از سطح قطعه‌کار پاک کنند. بنابراین سطح اتصال را باید قبلاً، به طریق فیزیکی و به طور کامل، تمیز کرد.

● متداولترین تنکار برای زردجوشکاری، بوراکس است.

● اتصالات زردجوش و لحیم نقره را باید بلافاصله پس از ایجاد شست تا دچار خوردگی نشوند.

تمرین و پرسش

۱. فلزکوبی چیست؟

۲. چرا برای فلزکوبی معمولاً فلزات آلومینیم، مس و برنج را انتخاب می‌کنند؟

۳. نحوهٔ استفاده از ابزارهای زیر را شرح دهید:

الف) بلوک چوبی

ب) چکش کاسگری

ج) چکش لبه‌کوبی

۴. در هنگام استفاده از حمام اسیدشویی چه اقدامهای احتیاطی باید به عمل آورد؟

۵. با ترسیم شکل، نحوهٔ انجام فرایندهای زیر را شرح دهید:

الف) کاسگری

ب) فروبری

ج) بالاکشی

د) لبه‌کوبی

۶. نحوهٔ صیقل‌کاری قطعه‌کاری از جنس مس را، در کارگاه آموزشی، شرح دهید.

۷. نحوهٔ سیم‌بندی دو قطعه‌کار را، پیش از لحیمکاری شرح دهید.

۸. تفاوت بین **زردجوشکاری و لحیم نقره** را به اختصار بیان کنید.

۹. در هنگام انتخاب فلز پرکننده برای زردجوشکاری، چه عاملهایی را باید در نظر گرفت؟

۱۰. پنج مزیت زردجوشکاری و لحیم نقره را، نسبت به جوش اکسی‌استیلن (کاربید) شرح دهید.

۱۱. با استفاده از ورق برنج یک گلدان بسازید. مراحل کار را نشان دهید.

۱۲. با استفاده از فرایند فروبری، یک سینی کوچک طراحی کنید و بسازید که بتوان شمع در آن قرار داد.

۱۳. دو قطعه‌کار آماده کنید و با استفاده از روش سیم‌بندی، آنها را به هم زردجوشکاری کنید.



حفاظت سطح

مقدمه

مصنوعات تولید شده در کارگاه فلزکاری را می‌توان طوری تکمیل کرد که از سطح آنها حفاظت شود و جلوهٔ ظاهری آنها بهبود یابد. قطعه‌ای که با بی‌دقتی تکمیل شده باشد، نه تنها در نظر مصرف‌کننده جذاب نیست، بلکه ممکن است عمر آن هم بر اثر اکسایش کاهش یابد. فرایندهای تکمیلی که در کارگاه می‌توان انجام داد، عبارت‌اند از صیقل‌کاری، لاک‌زنی، آبی‌کاری، رنگ‌کاری، آندی کردن و آب‌فلزکاری.

فرایندها

صیقل‌کاری

فلزات را می‌توان با استفاده از ساینده‌هایی چون سنباده یا کاغذ سنباده «تر و خشک» در کارگاه آموزشی صیقل زد. همیشه باید ابتدا سنبادهٔ زبر به کار ببرید و پس از آن از سنبادهٔ نرم استفاده کنید. برای صیقل‌کاری فلزات غیرآهنی به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. خراشها را با استفاده از شابر یا سوهان حذف کنید.
۲. با کاغذسنبادهٔ نرم سنباده بزنید.
۳. قطعه را روی ماشین پرداختکاری تکمیل کنید.
۴. آن را با پنبهٔ بهداشتی یا پارچهٔ تمیز، پاک کنید.

> در هنگام چرخش چرخ پرداخت، قطعه‌کار را به آن نفشارید؛ ممکن است ماشین پرداختکاری قطعه را بقاپد.

> ▲ صیقل‌کاری ممکن است خطرناک باشد، بنابراین در هنگام صیقل‌کاری مقررات ایمنی را رعایت کنید: عینک ایمنی بزنید؛ دستکش دست کنید؛ در صورت لزوم قطعه‌کار را با گیرهٔ دستی نگه دارید.

لاک‌زنی

ورنی یا لاک را به سطح صیقل خوردهٔ فلز می‌زنند تا از آن محافظت کند. لاک را با قلم‌مو به سطح قطعه می‌زنند یا روی آن می‌پاشند؛ گاهی نیز قطعه را در لاک فرو می‌برند.

عملیات لاک‌زنی به ترتیب زیر انجام می‌شود: تمیزکردن قطعه؛ گرم کردن آن در کوره به منظور چربی‌زدایی؛ زدن لاک یا ورنی به قطعه و سپس انتظارکشیدن برای سرد شدن آن.

> اگر برای لاک‌زنی از قلم‌مو استفاده می‌کنید، مراقب باشید که قلم‌مو بیش از اندازه لاک به خود نگیرد، زیرا ممکن است ضخامت قشر لاک روی سطح یکنواخت نشود.

آبی‌کاری

آبی‌کاری عبارت است از گرم کردن فلز تا زمانی که قشر اکسید آبی رنگی روی سطح صیقل خوردهٔ آن ایجاد شود. پس از ایجاد این قشر، قطعه را در روغن سرد می‌کنند تا پوششی محافظ روی آن تشکیل شود. قطعهٔ آبی‌کاری شده جذابتر و سخت‌تر از قطعهٔ صیقل‌خورده است و در برابر خوردگی نیز مقاومت می‌کند. آبی‌کاری به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. قطعه را صیقل‌کاری کنید.
۲. آن را در کوره یا روی اجاق گرم کنید تا قشر آبی ظاهر شود.
۳. قطعه را از کوره بیرون بیاورید و آن را در روغن سرد کنید.

رنگ‌کاری

رنگ‌کاری با استفاده از رنگهای سلولوزی یا رزینی، نه تنها سبب زیبایی قطعه‌کار می‌شود، بلکه قطعه را در برابر خوردگی نیز مقاوم می‌کند. برای کسب نتایج خوب باید خیلی در این کار مهارت داشت. رنگ را می‌توان با قلم‌مو مالید یا با پیستوله پاشید، اما از رنگ‌پاشی نتایج بهتری عاید می‌شود. راه دیگر رنگ‌کاری فروبردن قطعه‌کار در رنگ است.

۱. با چربی‌گیری و حذف پوسته‌های سطحی، قطعه‌کار را تمیز کنید.
۲. لایهٔ نازکی از رنگ روی سطح قطعه بنشانید.
۳. قطعه را به قلابی که از قبل آماده کرده‌اید بیاویزید و صبر کنید تا خشک شود.

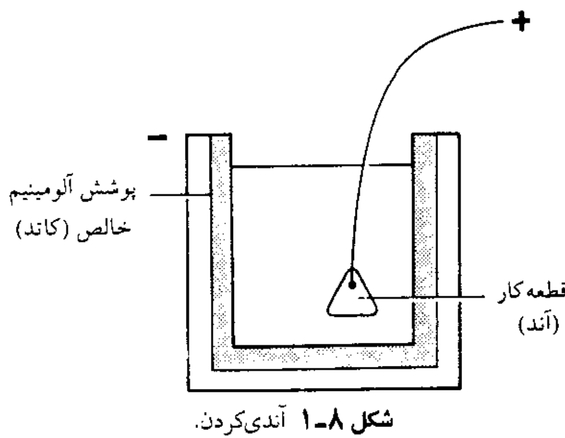
▲ وقتی از رنگ استفاده نمی‌کنید، درِ قوطی رنگ را محکم ببندید. پیش از استفاده و پس از استفاده از قلم‌مو، آن را با تربانتین تمیز کنید. مراقب استنشاق بخار رنگ باشید؛ در هنگام رنگ‌پاشی ماسک بزنید.

آندی کردن

آندی کردن فرایندی الکترولیزی است (شکل ۸ـ۱)، که در آن قشر اکسید روی قطعات آلومینیمی ضخیم می‌شود. این فرایند مزایایی به شرح زیر دارد:

۱. زمینهٔ مناسبی برای رنگ‌کاری ایجاد می‌کند.
۲. جنبهٔ تزیینی دارد.
۳. قشر ایجادشده در برابر خوردگی مقاوم است.

به کمک این فرایند می‌توان قشر اکسید آلومینیم به رنگهای



شکل ۸ـ۱ آندی‌کردن.

مختلف ایجاد کرد.

برای آندی‌کردن از الکترولیتهایی مانند اسید کرومیک و اسید سولفوریک استفاده می‌کنند.

با آندی‌کردن نمی‌توان خراشهای سطح قطعه را پنهان کرد. این خراشها را باید با شابرزدن یا صیقل‌کاری از بین ببرید.

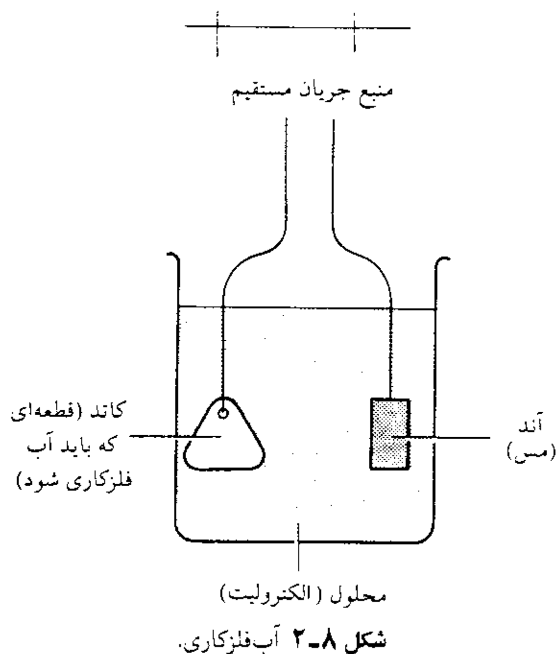
آب‌فلزکاری

با استفاده از این فرایند می‌توان فلزی گرانبها را، به کمک جریان الکتریسیته‌ای که از الکترولیت می‌گذرد، روی سطح فلز دیگری رسوب داد. فلزات مورد استفاده معمولاً عبارت‌اند از کروم، نیکل، مس و کادمیم. قطعاتی که معمولاً آب فلزکاری می‌شوند عبارت‌اند از شیرآلات حمام و لوازم آشپزخانه. الکترولیتها را در ظرفهای چدنی مخلوط می‌کنند.

در شکل ۸ـ۲ اساس کار فرایند آب مس‌کاری نشان داده شده است:

۱. قطعه را چربی‌گیری و تمیز کنید.
۲. آن را در جای کاتد قرار دهید و فلزی را که باید روی آن بنشیند (در این مورد، مس) آند قرار دهید.
۳. جریان الکتریسیته را به حمام الکترولیز متصل کنید.

وقتی محلول تجزیه می‌شود، فلز (یعنی مس) روی سطح قطعه رسوب می‌کند.



شکل ۸ـ۲ آب‌فلزکاری.

لعابکاری

ظـروف آشـپزخـانه، بشـقابهای غـذاخـوری، قـطعات مـاشین‌آلات و اتـصالات را غـالباً لعـابکاری مـی‌کنند. بـا لعابکاری مقاومت قطعات در برابر اسیدها و روغنها افزایش می‌یابد. در این فرایند سطح قطعه را با رنگ مخصوصی می‌پوشانند و آن را در کوره می‌پزند. سطح قطعات لعابکاری شده، سخت و براق است.

■ **مرور مطالب این فصل**

● صیقل‌کاری شامل استفاده از مواد ساینده (مانند سنباده) روی سطحی است که باید صیقل زده شود. برای کسب نتیجهٔ بهتر، ابتدا از سوهان و شابر استفاده کنید و سپس چرخ پرداخت‌کاری را به کار بگیرید.

● در لاک‌زنی، لاک یا ورنی را روی سطح صیقل خورده می‌زنند. این عمل با استفاده از قلم‌مو، پاشیدن یا فرو بردن انجام می‌شود.

● قطعهٔ صیقل‌خورده را آبی‌کاری می‌کنند؛ به این منظور قطعه را گرم می‌کنند تا به دمای مناسب برسد، سپس آن را سرد می‌کنند.

● برای رنگ‌کاری قطعه‌کار، از قلم‌مو یا پیستوله استفاده می‌شود. با رنگ‌کاری، قطعه ظاهر جذابی پیدا می‌کند که در برابر خوردگی نیز مقاوم است.

● آندی کردن فرایندی الکترولیزی است، که در آن قشر اکسید روی سطح قطعات آلومینیمی ضخیم می‌شود. با انجام این فرایند زمینهٔ مناسبی برای رنگ‌کاری قطعه ایجاد می‌شود. این قشر در برابر خوردگی مقاوم است و پوششی عایق به شمار می‌رود.

● درآب‌فلزکاری، «فلزات پست» را، در حمام الکترولیز، با فلزی گرانبها پوشش می‌دهند.

● در لعابکاری، قطعاتی مانند ظروف آشپزخانه و بشقابهای غذاخوری را با رنگهای مخصوصی پوشش می‌دهند که پس از پخته‌شدن در کوره، سطحی براق پیدا می‌کنند.

● برای حفاظت از سطح قطعات فلزی از فرایندهای مختلفی استفاده می‌کنند که انتخاب آنها تابع نوع فلز، نوع قطعه و کیفیت سطح مطلوب است. تنها با تمرین مکرر است که می‌توان در انجام این کارها مهارت پیدا کرد.

تمرین و پرسش

۱. چرا باید سطح قطعات فلزی را تکمیل کرد؟

۲. نحوهٔ صیقل‌کاری گلدانی برنجی را که با چکش‌کاری ساخته شده است شرح دهید.

۳. تفاوت بین لاک‌زنی و رنگ‌کاری را بیان کنید.

۴. الف) مزایای آندی‌کردن را شرح دهید.

ب) دو الکترولیت مورد استفاده برای آندی‌کردن را نام ببرید.

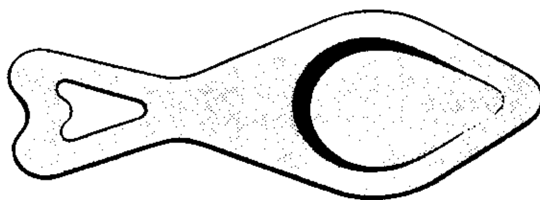
۵. مراحل آبی‌کاری قطعات فلزی را شرح دهید.

۶. الف) سه روش متداول رنگ‌کاری را نام ببرید.

ب) فرایندهای مورد استفاده در این سه روش را شرح دهید.

ج) کدام روش از همه بهتر است؟

۷. قاشق چای نشان داده شده در شکل ۸ـ۳ از فولاد نرم ساخته شده است و می‌خواهیم آن را آب‌مس بدهیم. قاشق را (با ابعادی که خودتان انتخاب می‌کنید) بسازید و آن را آب‌مس بدهید. در صورت نیاز از مربی خود کمک بگیرید.



شکل ۸-۳ پروژهٔ ۳: قاشق چای.

۸. سینی نشان داده شده در شکل ۸-۴ را صیقل‌کاری کنید (سینی را باید با ابعاد مناسب، از ورق آلومینیم، بسازید).



شکل ۸-۴ پروژهٔ ۴: سینی.

۹

طراحی و گرافیک

مقدمه

در این فصل مفهوم طراحی و نحوهٔ استفاده از آن برای حل مشکلات انسان را شرح می‌دهیم. راههای مختلف شناسایی یک ایدهٔ طراحی در موقعیت مفروض، تحلیل، تحقیق، تکمیل و انتقال آن به دیگران، به کمک گرافیک، نیز در همین فصل توصیف می‌شود. رهنمودهایی نیز در مورد طرح‌ریزی و سازماندهی منابع، ساخت محصول و آزمودن آن، اصلاح و ارزیابی حاصل کار ارائه می‌شود. اصول پایه و فنون نقشه‌کشی هندسی فنی نیز در این فصل گنجانده شده است.

هنر طراحی (مشکل‌گشایی)

طراحی، راهبردی برای مشکل‌گشایی است؛ فرایندی است برای یافتن راه‌حل مشکلات مختلفی که در زندگی روزمره با آنها روبه‌رو می‌شویم. طراحی متضمن طرح‌ریزی، تهیهٔ نقشه، مرتب‌سازی و انتخاب است. هرکس می‌تواند به حق مدعی شود که طراح است، زیرا همهٔ این فعالیتها بخشی از مشکل‌گشایی است. در زندگی روزمره همواره در حال تصمیم‌گیری برای طرح‌ریزی فعالیتهای روزانهٔ خود هستید: انتخاب لباسی که باید بپوشید، مرتب کردن اتاق خود، انتخاب غذایی که می‌خواهید بخورید، انتخاب مسیر برای رفت و آمد به مدرسه یا جاهای دیگر، تغییردادن این تصمیمها برای انطباق با میل و سلیقهٔ خود و غیره.

همهٔ این فعالیتها نوعی مشکل‌گشایی هستند. اصلی که در همهٔ آنها نهفته این است که شما چیزی را می‌خواهید، اما هیچ راه فوری برای دسترسی به آن وجود ندارد. به عبارت دیگر، هدفی دارید که می‌خواهید به آن برسید، اما مانعی بر سر راه شما هست که باید ابتدا بر آن غلبه کنید. فرایند از سر راه برداشتن این مانع را مشکل‌گشایی می‌نامند، که اساس آن همان اساس طراحی است.

> بنابراین طراحی تکلیفی شامل تصمیم‌گیری در این مورد است که تکلیف را چگونه باید انجام داد و تصمیمهای گرفته شده را چگونه باید عملی کرد.

گذشته از آنکه هرکس به نوعی طراح است، بعضی از مردم هم طراح حرفه‌ای هستند. حال می‌خواهیم با بعضی از طراحان حرفه‌ای آشنا شویم.

طراح صنعتی انواع قطعات و وسایل را برای تولید انبوه طراحی می‌کند. **طراح معماری**، ساختمان، خانه یا شهر طراحی می‌کند. **طراح هنری** مبلمان و پارچه طراحی می‌کند. **طراح مد** همه نوع پوشاک طراحی می‌کند. **طراح داخلی** تزیینات داخلی خانه‌ها و ساختمانهای دیگر را طراحی می‌کند. **طراح گرافیک** صورتهای مختلف ارتباط دیداری، شامل تبلیغ و بسته‌بندی را طراحی می‌کند.

به رغم تخصصی بودن کارهای مختلف طراحی، در همهٔ آنها از اصول پایهٔ مشترکی استفاده می‌شود. با وجود این، مثالها و تصاویر اصول و فرایندهای طراحی در این فصل به طراحی محصول مربوط‌اند.

فرایندها (فعالیتها)ی طراحی

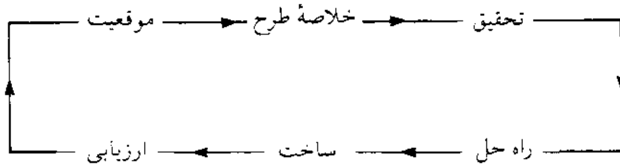
فعالیتهای اصلی طراحی و ساخت مستلزم مهارت و برخورد مسئولانه، هم از جنبهٔ شخصی و هم با ماهیت گروهی است. ممکن است از هنرجویان خواسته شود که برای مسائل مختلف، که جنبهٔ عام یا خاص دارند، پاسخهای فردی پیدا کنند. هنرجو، در یافتن راه‌حلها، باید تصمیمهای طراحی

بگیرد و در عین حال قیدهایی مانند زمان، منابع، خواص مواد، مهارت و سایر عاملهای دخیل را نیز در نظر داشته باشد. اصول زیبایی‌شناسی، تکنولوژیکی و کارکردی اساس این تفکر را تشکیل می‌دهند.

فعالیتهایی که دانش پایه، مهارتها و تواناییها را از طریق آنها می‌توان کسب کرد به دو دستهٔ بزرگ تقسیم می‌شوند: طراحی و ساخت. **طراحی** شامل فعالیتهایی مانند تحقیق، تشریح و تعیین تکلیف، ابداع و انتقال ایده‌های طراحی و مدلسازی است. **ساخت** از فعالیتهایی مانند طرح‌ریزی و سازماندهی منابع، تولید محصول با استفاده از مواد مختلف، آزمایش، اصلاح و ارزیابی محصولات تشکیل می‌شود.

فرایند طراحی و ساخت از مراحل نشان داده شده در شکل ۹ـ۱ تشکیل می‌شود. حال می‌خواهیم این مراحل را با تفصیل بیشتر بررسی کنیم.

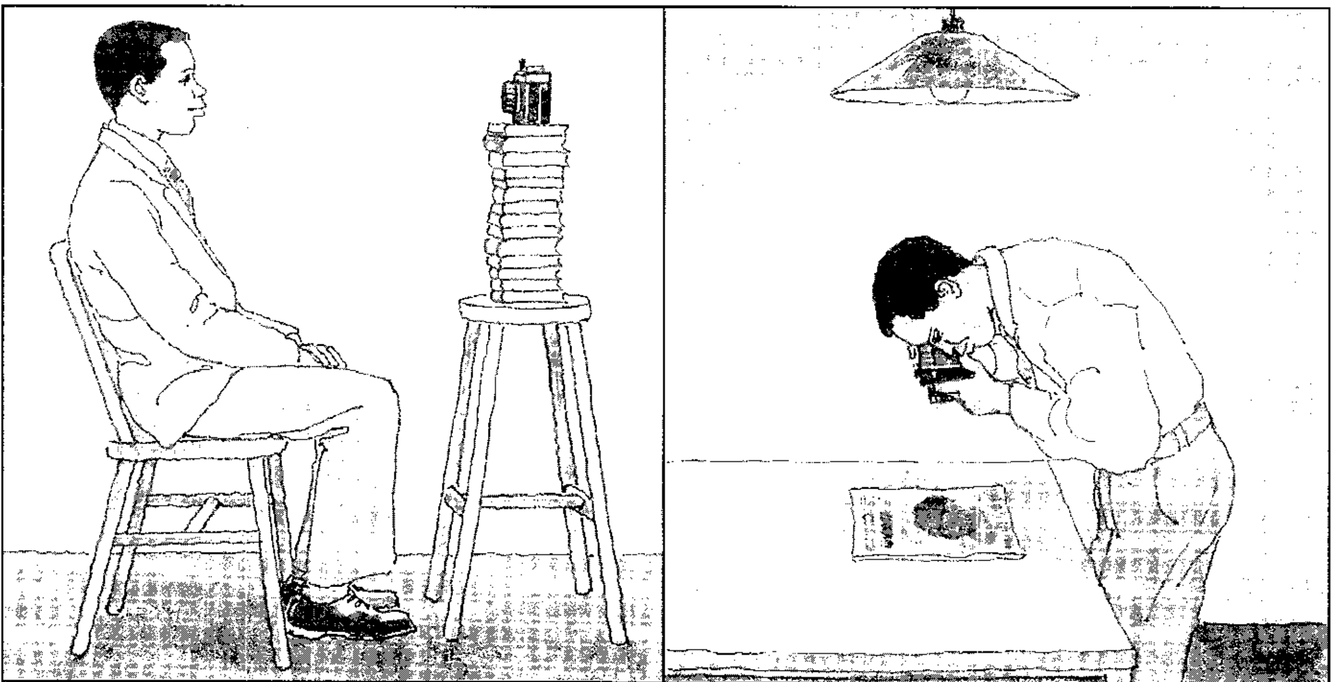
> نخستین مرحله، در نظرگرفتن **موقعیتی** است که مشکلی که باید شناسایی شود، در آن مطرح می‌شود.



شکل ۹ـ۱ فرایند طراحی و ساخت.

مشکل ممکن است در خانه، در محیطهایی مانند مدرسه، بیمارستان، پارک، نواحی روستایی یا صنعتی مطرح شود. این مشکل ممکن است در مورد نحوهٔ گذراندن اوقات فراغت، مثلاً بازی و ورزش باشد یا به سالمندان، بیماران یا معلولان مربوط شود. در شکل ۹ـ۲ مشکل نمونه‌ای که قصد بررسی آن را داریم، نشان داده شده است.

هنرجو باید راه صحیح تحقیق در مورد این موقعیتها را بیاموزد تا بتواند مشکلات موجود را شناسایی و راه‌حلهای لازم را پیدا کند. سپس باید مشکل شناسایی شده را مکتوب کند و ماهیت مشکل را به اختصار بیان کند. این نوشته را **خلاصهٔ طرح** می‌نامند. خلاصهٔ طرح در مثال مورد نظر ما می‌تواند به صورت زیر باشد.



شکل ۹ـ۲ مشکل: به عکسی از خودم نیاز دارم، اما کسی را پیدا نمی‌کنم که از من عکس بگیرد. به علاوه هر وقت می‌خواهم از تصاویر کتابها یا مجلات عکس بگیرم، سایهٔ خودم روی آنها می‌افتد. من به وسیله‌ای نیاز دارم که به کمک آن بتوانم از خودم و از تصاویر کتابها و مجلات عکس بگیرم.

وسیله‌ای طراحی کنید و بسازید که بتوان با استفاده از آن از خود و از تصاویر کتابها عکس گرفت.

پس از شناسایی و بیان مشکل، باید ماهیت مشکل را روشنتر کنیم تا بهترین نتیجه عاید شود. این فرایند را **تحلیل** می‌نامند. در فرایند تحلیل باید عاملهای زیر را در نظر گرفت:

۱. کارکرد مصنوع یا سیستم. چه کسی از آن استفاده خواهد کرد؟ در کجا؟ چگونه؟
۲. مواد مناسب و دسترسی‌پذیری که در ساخت از آنها استفاده خواهد شد. از چوب، فلز، پلاستیک، بتن استفاده خواهد شد یا از مواد دیگر؟
۳. روش ساخت مناسبی که احتمال دارد به کار گرفته شود؛ تجهیزات موجود را باید در نظر گرفت.
۴. شکل ظاهری محصول ساخته شده. آیا صیقل‌کاری، رنگ‌کاری یا آب‌فلزکاری می‌شود؟
۵. هزینهٔ ساخت. این هزینه بر قیمت فروش محصول چه تأثیری خواهد گذاشت؟ آیا محصول به اندازه‌ای ارزان خواهد بود که طبقهٔ متوسط بتوانندآن را بخرند؟
۶. کل زمانی که برای انجام کار مورد نظر صرف می‌شود: هرچه زمان بیشتری صرف شود هزینهٔ نیروی انسانی بیشتر خواهد شد.

در تحلیل این‌مشکل نمونه، باید پرسشهای زیر را مطرح کنیم.

کارکردها

۱. کارکردهای اصلی این وسیله کدام‌اند؟
۲. اندازهٔ دوربین چقدر است؟
۳. وزن آن چقدر است؟
۴. آیا وسیلهٔ مورد نظر باید محکم یا صلب باشد؟
۵. چگونه می‌توان دوربین را در کمال ایمنی نگه داشت؟
۶. آیا وسیلهٔ مورد نظر باید سیار باشد؟
۷. آیا دسته لازم دارد؟

ارگونومی

در ارگونونی، عامل انسانی را در طراحی و ساخت مصنوعات در نظر می‌گیرند.

۱. چه کسی از وسیلهٔ مورد نظر استفاده خواهد کرد: بزرگسالان یا کودکان؟
۲. قد میانگین شخص، در حالتهای نشسته و ایستاده چقدر است؟
۳. محل مناسب برای استقرار دوربین، در ارتباط با کاربر، کجاست؟

اقتصاد

۱. تولید وسیلهٔ مورد نظر چقدر طول می‌کشد؟
۲. هزینهٔ تولید آن چقدر خواهد بود؟
۳. وسیلهٔ مورد نظر به چه قیمتی فروخته خواهد شد؟

جنس

۱. کدام ماده مناسب و موجود است؟
۲. مادهٔ مورد نظر چه خواصی باید داشته باشد؟
۳. آیا باید عملیات خاصی روی ماده انجام داد؟
۴. چه نوع عملیات تکمیلی لازم است؟

ساخت

۱. آیا ساخت وسیلهٔ مورد نظر به مهارت یا تجهیزات خاصی نیاز دارد؟
۲. چگونه می‌توان آن را پایدار ساخت؟
۳. چگونه می‌توان پایه‌ها را نگه داشت؟
۴. برای متصل کردن دسته، از چه روشی استفاده می‌شود؟
۵. دسته چه شکلی باید داشته باشد؟
۶. چگونه می‌توان دوربین را روی این وسیله نصب کرد؟

پس از بررسی همهٔ این عاملها و تصمیم‌گیری در مورد کار، فهرست نتیجه‌گیریهای اصلی در مورد کارکردها، کنترلها و محدودیتها مکتوب می‌شود. این نوشته را **مشخصات فنی طرح** می‌نامند. مشخصات فنی طرح، برای وسیلهٔ مورد نظر

ما به شرح زیر است.

وسیلهٔ مورد نظر باید:

۱. بتواند دوربین را نگه دارد، بدون اینکه سقوط کند؛
۲. بسیار پایدار و صلب باشد؛
۳. هم از لحاظ ارتفاع و هم از لحاظ زاویه قابل تنظیم باشد؛
۴. قابل حمل باشد و بتوان به آسانی با آن کار کرد؛
۵. ساختن آن با مواد موجود آسان باشد؛
۶. زیبا و ارزان باشد.

تکمیل و انتقال ایده‌های طراحی

این دومین مرحلهٔ فرایند طراحی است.

ابتدا ایده‌های مختلفی که به عنوان راه‌حلهای ممکن برای مشکل مورد نظر، به ذهن می‌رسند، به صورت سه‌بعدی ترسیم می‌شوند. نکتهٔ مهم در این مرحله، پیداکردن بیش از یک راه‌حل است؛ هریک از این راه‌حلها باید بتواند بدیل مناسبی برای حل مشکل مورد نظر باشد.

هریک از راه‌حلهای بدیل را باید با موشکافی بررسی و با مشخصات فنی و اهداف طراحی مقایسه کرد. راه‌حلی که بیشترین انطباق را با شرایط بیان شده برای مشکل مورد نظر داشته باشد، برای تکمیل و تهیهٔ راه‌حل یا طرح نهایی انتخاب می‌شود. گاهی باید مدل یا ماکت طرحهای مورد نظر را ساخت تا به انتخاب بهترین راه‌حل کمک کند.

سپس راه‌حل انتخاب شده بیشتر بررسی و به طرح نهایی تبدیل می‌شود. مراحل تکمیل طرح عبارت‌اند از:

۱. قضاوت دربارهٔ شکل و اندازهٔ قطعات؛
۲. جنس مناسبی که باید برای ساختن قطعات مصرف شود؛
۳. روشهای مناسب برای اتصال قطعات به یکدیگر؛
۴. تجهیزات موجود که می‌توان برای ساخت از آنها کمک گرفت؛
۵. تخصص و تجربهٔ موجود برای ساخت کل محصول یا سیستم.

با درنظر داشتن این عاملها، باید در بخشهای مختلف راه‌حل انتخاب شده اصلاحات مقتضی انجام داد. سرانجام **نقشه‌های اجرایی** کامل تهیه می‌شوند و طرح نهایی برای حل مشکل ارائه می‌شود. مراحل تهیهٔ نقشه‌های اجرایی را در ادامهٔ همین فصل شرح می‌دهیم.

تهیهٔ طرح نهایی

از آنچه به عنوان طرح نهایی تهیه می‌شود باید **پیش‌نمونه‌ای**، ترجیحاً با اندازهٔ کامل، با استفاده از روشها و مواد مشخص شده روی نقشه‌های اجرایی، بسازید.

فرایند ساخت سه مرحله دارد: طرح‌ریزی و سازمان‌دهی منابع با ساخت محصول، آزمایش، اصلاح و ارزیابی آن. طرح‌ریزی دقیق فعالیتهای ساخت، پیش از اقدام عملی برای ساخت، سودمند است. بدین ترتیب طرح زودتر تکمیل می‌شود و می‌توان از تأخیرهای غیرضروری اجتناب کرد. اگر پرسشهای زیر را برای خود مطرح کنید و براساس پاسخهایی که به آنها می‌دهید عمل کنید، طرح‌ریزی ساده‌تر می‌شود.

۱. ترتیب مناسب برای ساخت قطعات مختلف کدام است؟
۲. مراحل اصلی ساخت هر قطعه کدام‌اند؟
۳. آیا برای انجام هریک از عملیات به شابلون یا جیگ (قید راهنمای) خاص، یا ابزار یا تجهیزات خاصی نیاز پیدا خواهد شد؟
۴. برای انجام موفقیت‌آمیز عملی خاص به چه نوع مهارت و دانشی نیاز خواهد بود؟
۵. آیا مهارت و اعتماد به نفس لازم برای کار با ماشین یا دستگاه خاصی را خواهم داشت؟
۶. برای انجام کدام بخش از کار کمک لازم خواهم داشت، یا مربی باید روش کار را برایم نمایش دهد؟

گام بعدی سازمان‌دهی منابع است. پیشنهاد می‌کنیم که به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. همهٔ مواد لازم را تهیه و آماده کنید. هر ماده را وقتی به

کارگاه بیاورید که به آن نیاز دارید.

۲. ابزارها و تجهیزاتی را که در هر مرحله از کار ممکن است لازم شوند، آماده و در شرایط خوب به کارگاه بیاورید.

۳. از قبل برای ابزارها و تجهیزات خاصی که باید به عاریت گرفته شوند، برنامه‌ریزی کنید.

۴. ابزارها و مواد را به ترتیب مناسب روی میز کار بچینید تا شرایط کاری ایمن تضمین شود.

۵. پیش از شروع کار مطمئن شوید که همهٔ وسایل ایمنی روی ماشینها نصب شده باشد.

با این تدارکات و سازماندهی قبلی، عملیات مختلف را با اعتماد انجام دهید: به برنامهٔ عملیاتی خود رجوع کنید و تا حد امکان طبق برنامه پیش بروید؛ در صورتی که در مورد روش صحیح انجام کاری یا استفاده از ابزار یا ماشینی تردید دارید از دیگران کمک بخواهید؛ همهٔ مقررات ایمنی را رعایت کنید.

وسیله یا سیستمی که ساخته‌اید باید آزموده و ارزیابی شود، تا مشخص شود که آیا می‌تواند طبق خلاصهٔ طرح و مشخصات فنی تهیه شده در آغاز کار کند یا نه. آزمون و ارزیابی به عهدهٔ خودتان است. در خرده‌گیری بر کار خود منصف باشید. باید در مورد این آزمون و ارزیابی گزارش تهیه کنید. این گزارش باید حاوی پیشنهادهایی برای تغییر یا اصلاح محصول باشد. در صورت امکان اصلاحات پیشنهادی را نیز انجام دهید.

ارتباط تصویری

طرح به صورت ایده‌ای در ذهن طراح، به منظور حل یک مسئلهٔ طراحی، پدید می‌آید. اما زمانی فرا می‌رسد که طراح نیاز دارد این ایده را به دیگران انتقال دهد؛ مثلاً به همکاران خود و به کسانی مانند مشتری، رئیس، مربی (در آموزشگاه)، و هرکس دیگری که ممکن است نفع یا علاقه‌ای در این طرح داشته باشد.

> فرایند انتقال ایده از طریق تصویر یا نقشه را **ارتباط تصویری** می‌نامند.

انواع انتقال طرح

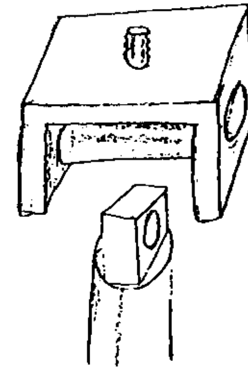
فرایند انتقال ایده‌های طراحی به دیگران شامل هر دو نوع ارتباط دیداری و کلامی‌است. این فرایند را می‌توان به سه مرحله تقسیم کرد: فرمول‌بندی، عرضهٔ اولیه و عرضهٔ نهایی.

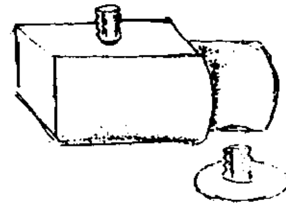
فرمول‌بندی ایده‌های طرح

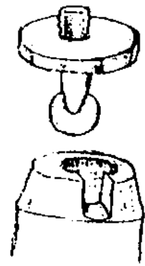
> این مرحلهٔ اولیه است و در آن ایده‌های اولیه از طریق تجسم ایجاد می‌شوند.

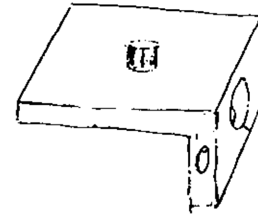
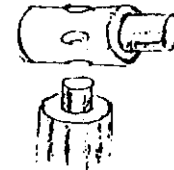
ایده‌های ممکنی که به ذهن می‌رسند پرورش می‌یابند، در آنها کند و کاو می‌شود و تکمیل می‌شوند. در حالت ایدئال، بهتر است ایده‌های مختلف در این مرحله فرمول‌بندی شوند، و به جای توجه به جزئیات، روی خصوصیات طرح تمرکز شود.

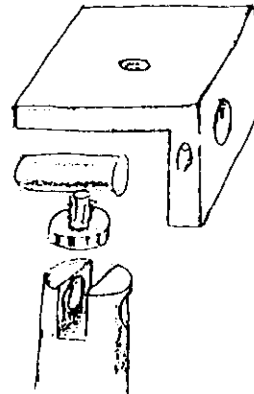
برای ثبت و انتقال ایده‌های خود به همکاران یا مربیان خود، به منظور شکافتن بیشتر موضوع، یا کسب نظر آنها، از روشهای مختلفی می‌توانید استفاده کنید. **یادداشت** عبارت کوتاهی است که در کنار طرح ترسیم شده نوشته می‌شود و هدف از آن یادآوری، توجیه، نشان دادن ایده‌ای که باید تکمیل شود یا فهرست مواد است (شکل ۹-۳). منظور از **نمادها** علامتهایی است که برای نشان دادن عدد، کمیت، عبارت یا کلمات به کار گرفته می‌شوند. نمادها را می‌توان به منزلهٔ ابزارهای توصیفی در نظر گرفت که به یادآوری و درک موضوع کمک می‌کنند (شکل ۹-۴). **نمودار**، طرح کلی یا نقشه‌ای است که برای نشان دادن شکل کلی قطعات، روابط بین اشیا یا فرایندها به کار می‌رود. **طرح کلی**، نقشه‌ای ابتدایی است که معمولاً با دست و شتابزده ترسیم می‌شود و جزئیات را در برنمی‌گیرد. **مدل** می‌تواند اندازهٔ واقعی داشته باشد یا مقیاس‌دار باشد. در این مرحله می‌توان از دو نوع مدل استفاده کرد. مدل کِلی که هدف از آن مطالعهٔ بعضی از ویژگیهای شئ واقعی است و ماکت که تقلیدی از جسم واقعی است و معمولاً از چوب، مقوا یا گچ ساخته می‌شود تا اطلاعاتی در مورد طرح به دست آید.

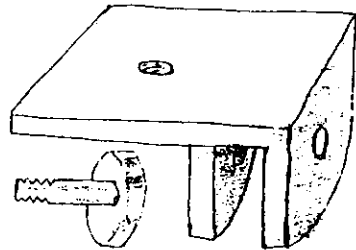
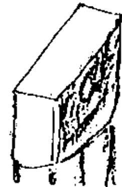








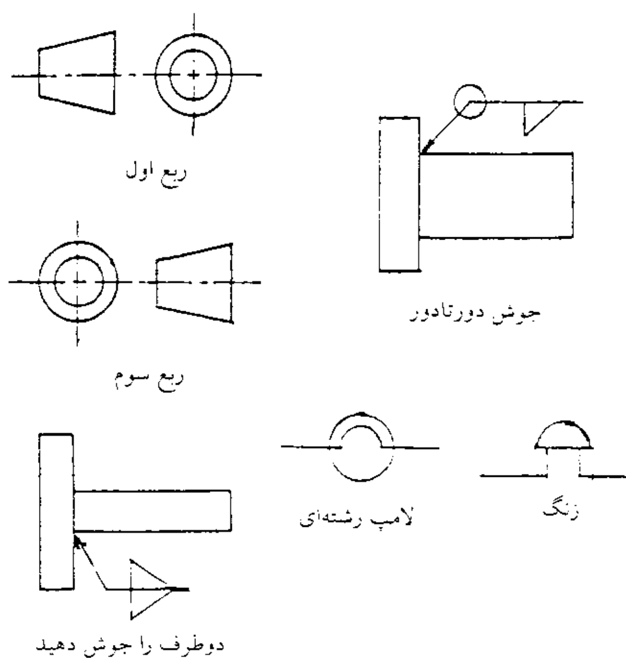



شکل ۹ ـ ۳ فرمول‌بندی ایده‌ها برای ساخت سه‌پایهٔ دوربین.

از **عکس** برای نشان دادن نکات مربوط به تکمیل طرح استفاده می‌شود.

قلم‌زنی نقشه فنی است که برای نشان دادن شکل ظاهری قطعهٔ طراحی شده، به صورتی هرچه نزدیکتر به واقعیت به کارگرفته می‌شود. سایه‌زنی و رنگ‌آمیزی از جمله فنون قلم‌زنی نقشه‌اند که برای نشان دادن اثر نور و سایه روی جسم به‌کار می‌روند. نقشه‌های قلم‌زنی شده غالباً به صورت پرسپکتیو تهیه می‌شوند. در قلم‌زنی نقشه می‌توان از مداد، آبرنگ، ماژیک، گچ رنگی و قلم رنگ‌پاش استفاده کرد.

مدلهای مورد استفاده برای عرضه ممکن است ماکتهای مقیاس‌دار یا با اندازهٔ واقعی باشند، یا نمونه‌هایی باشند که کار کنند. هدف از ساخت مدل متقاعد کردن مشتری، کارفرما یا مربی، از بابت کارآیی طرح است. از مدل برای نشان دادن کارآیی و بازده کارکردها و عملیات طرح استفاده می‌شود.



شکل ۹ـ۴ نمونه‌هایی از نمادها و علائم.

عرضهٔ اولیهٔ طرح انتخابی

> پس از انتخاب یکی از طرحها، باید آن را تکمیل کرد و به مشتری، رئیس یا مربی نشان داد تا تصویب یا پذیرفته شود. این راه‌حل (طرح) را به روشهای مختلف می‌توان به مخاطب منتقل کرد.

نقشه یکی از روشهای عرضهٔ موضوع مورد نظر به وسیلهٔ خطوط ترسیم شده با مداد یا جوهر است. معمولاً از ابزارهای نقشه‌کشی استفاده می‌شود، اما گاهی نیز از طرحهای کلی استفاده می‌کنند که جزئیات کمتری دارند (شکل ۹ـ۵). نقشه انواع مختلف دارد. بعضی از آنها را در ادامهٔ همین فصل توصیف می‌کنیم و نشان می‌دهیم. انواع نقشه عبارت است از:

۱. **نقشهٔ هم‌مقیاس** یا **ایزومتریک** ـ نقشهٔ تصویری سه‌بعدی؛
۲. **نقشهٔ پرسپکتیو** ـ نقشهٔ تصویری سه‌بعدی؛
۳. **نقشهٔ مهندسی** ـ نقشهٔ دوبعدی؛
۴. **نقشهٔ مجموعه** یا **مونتاژ** ـ نقشهٔ دو / سه بعدی؛
۵. **نقشهٔ تفصیلی** ـ نقشهٔ دوبعدی.

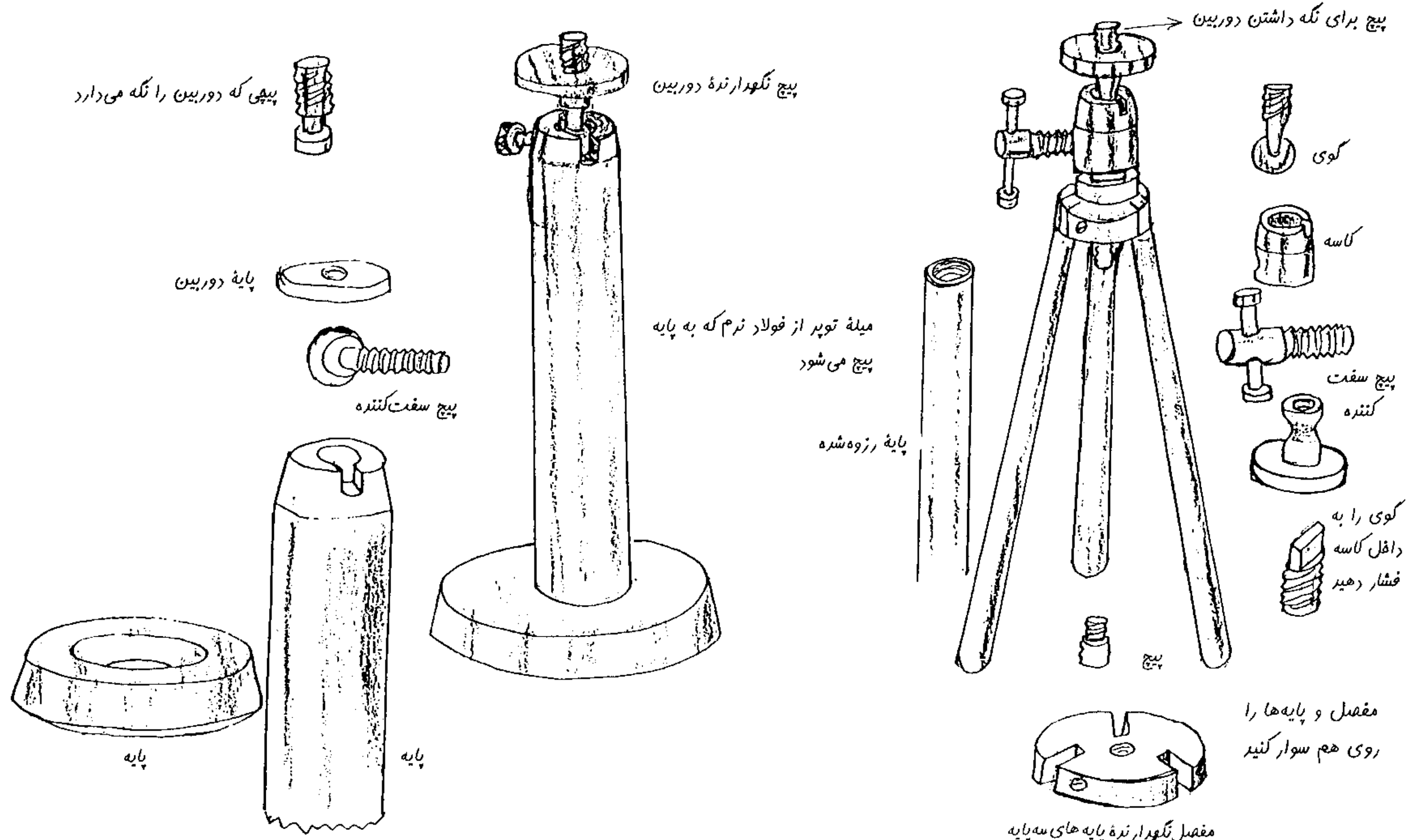
> مرحلهٔ عرضه برای طراح یا هنرجو بسیار مهم است. این مرحله‌ای است که در آن مشتری، کارفرما یا مربی ممکن است طرح را قبول یا رد کنند.

بنابراین طراح یا هنرجو باید خود را برای جلسهٔ دفاع از طرح کاملاً آماده کند و ساخت مدل مناسب به هدف آنها کمک می‌کند.

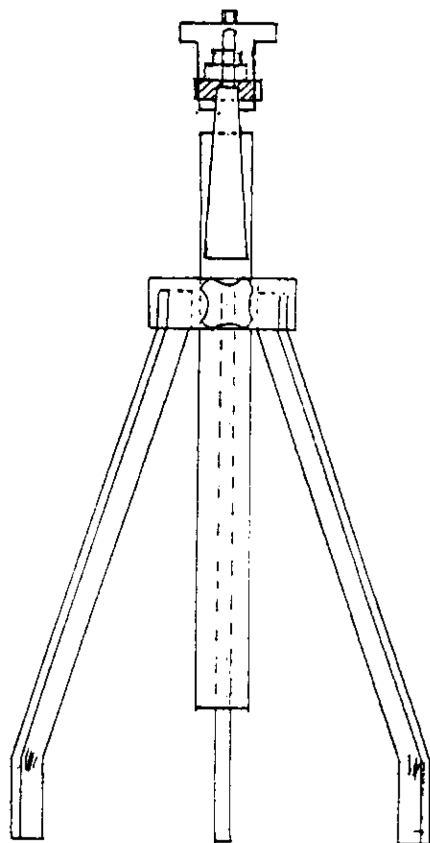
گزارش عبارت است از تفسیر مکتوب تحقیق و تحلیلی که در ارتباط با تکمیل طرح انجام شده است. گزارش می‌تواند شامل تصویرهایی از قبیل نمودار، منحنی و عکس نیز باشد (شکل ۹ـ۶).

عرضهٔ نهایی طرح

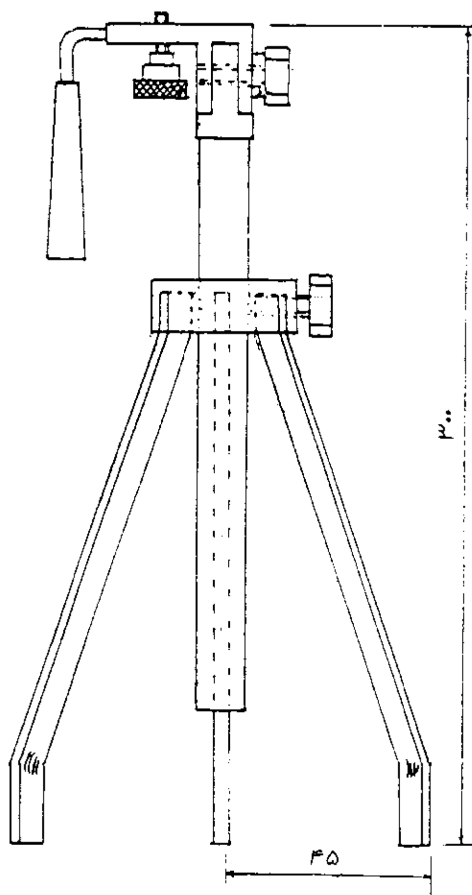
> پس از آنکه طراح یا هنرجو توانست در برابر مشتری، کارفرما یا مربی، با موفقیت از طرح خود دفاع کند و طرح پذیرفته شد، گام بعدی آماده‌کردن نقشه‌های اجرایی تفصیلی است که شرکت سازنده یا هنرجو، با استفاده از آنها محصول یا سیستم مورد نظر را می‌سازد.



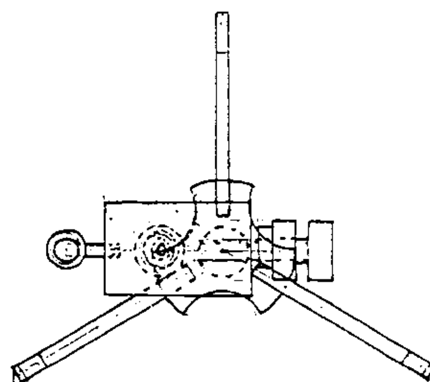
شکل ۹ـ۵ تکمیل ایده‌ها.



نمای قائم از نیمرخ



نمای قائم از جلو



نمای افقی

	تصویر : ربع اول
	مقیاس : $\frac{1}{2}$
	همهٔ اندازه‌ها به میلیمتر

شکل ۹ـ۶ پایهٔ دوربین : تصویر ربع اول.

نقشه‌های اجرایی نقشه‌های مختلفی هستند که برای نشان دادن و تشریح جزئیات قطعات محصول یا سیستم مورد نظر به کار می‌روند. در این نقشه‌ها جزئیاتی مانند نوع مواد، شکل و اندازهٔ آنها، برآوردها و دستورهای اجرا، ساخت و تولید نشان داده می‌شود. این نقشه‌ها باید با استانداردها و آیین‌نامه‌های پذیرفته شده‌ای که کاربران این نقشه‌ها می‌توانند آنها را درک و تفسیر کنند، منطبق باشند: یکی از این استانداردها BS ۳۰۸ است.

نقشه‌های اجرایی معمولاً از دو بخش تشکیل می‌شوند: نقشه‌های اجرایی تفصیلی و نقشه‌های اجرایی مونتاژ.

نقشهٔ اجرایی تفصیلی (شکل ۹ـ۷) جزئیات هر قطعه از محصول / سیستم را نشان می‌دهد. این نقشه حاوی اطلاعات یا جزئیات کافی در مورد مواد و روشهایی است که در ساخت قطعه به کار گرفته می‌شوند. اهداف اولیه از تهیهٔ نقشهٔ اجرایی تفصیلی عبارت‌اند از:

۱. نشان دادن شکل کلی قطعه؛
۲. نشان دادن اندازهٔ آن ـ روی این نقشه ابعاد قطعه ذکر می‌شود؛
۳. توصیف نوع ماده یا موادی که باید برای ساخت آن مصرف شوند؛
۴. ارائهٔ اطلاعات بیشتری که برای اجرا یا ساخت لازم است.

نقشهٔ مونتاژ (شکل ۹ـ۸)، نحوهٔ انطباق قطعات مختلف برای ساخت واحدی کامل را نشان می‌دهد. این نقشه را می‌توان به صورت تصویری (هم‌مقیاس یا پرسپکتیو) تهیه کرد. کارکردهای اصلی آن عبارت‌اند از:

۱. توصیف شکل محصول مونتاژ شده؛
۲. شناساندن هر قطعه از محصول؛
۳. نشان دادن وضعیت نسبی هر قطعه از محصول؛
۴. تهیهٔ فهرست قطعات؛
۵. کاربرد به عنوان منبع اطلاعات مرجع.

مشخصات فنی اطلاعاتی است که در نقشه‌های اجرایی ذکر می‌شود تا مانع از بد فهمیدن یا تفسیر نادرست منظور طراح شود. مشخصات فنی ممکن است حاوی اطلاعاتی در مورد عملکرد، مواد، روشهای ساخت، ویژگیهای خاص، شرایط آزمون و اطلاعات دخیل دیگر باشد.

تصویر فنی نقشه‌ای تصویری است که به منظور تبلیغ، در کاتالوگها یا دفترچه‌های راهنما و غیره می‌آید. بعضی از دلایل استفاده از تصویر فنی به شرح زیر است:

۱. نشان‌دادن محصول و افزایش فروش؛
۲. کمک به درک و شناسایی محصول؛
۳. آموزش و تشریح نحوهٔ کار محصول.

این تصاویر را غالباً به صورت نمای هم‌مقیاس یا پرسپکتیو تهیه می‌کنند.

مثالهایی برای نشان دادن فرایند طراحی

هدف از ارائهٔ دو مثال زیر تقویت درک هنرجو از فرایند طراحی است که پیش از این شرح داده شد. هر دو مثال از تکالیف کلاسی و پروژه‌هایی است که قبلاً به هنرجویان واگذار شده است.

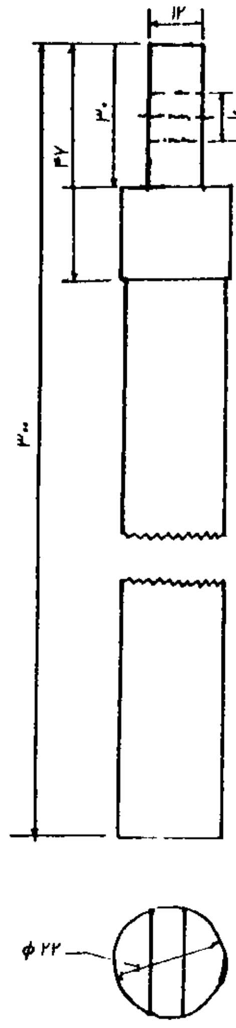
اولین مشکل: مربی هنرجویان رشتهٔ فلزکاری متوجه شده است که شاگردانش در اندازه‌گیری با خط‌کش فولادی، به ویژه وقتی از خط‌کش پایه‌دار یا پرگار اندازه‌گیری استفاده می‌کنند، مشکل دارند. در نتیجه گاهی اندازه‌گیریهای آنها نادرست است. او سعی می‌کند به شاگردانش بیاموزد که در هنگام اندازه‌گیری خط‌کش را در یک دست بگیرند یا آن را در جایی ببندند، اما بهبودی در اوضاع حاصل نشده است.

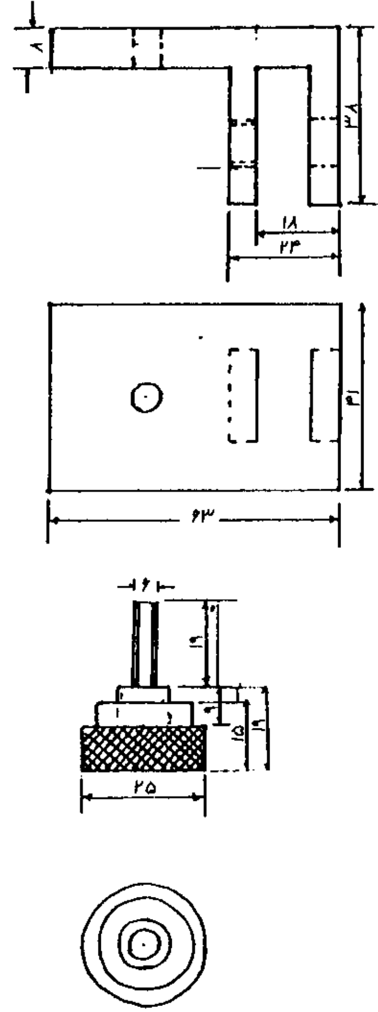
شناسایی مشکل: وسیله‌ای به عنوان تکیه‌گاه خط‌کش لازم است، تا هنرجویان بتوانند آسانتر اندازه‌گیری کنند.

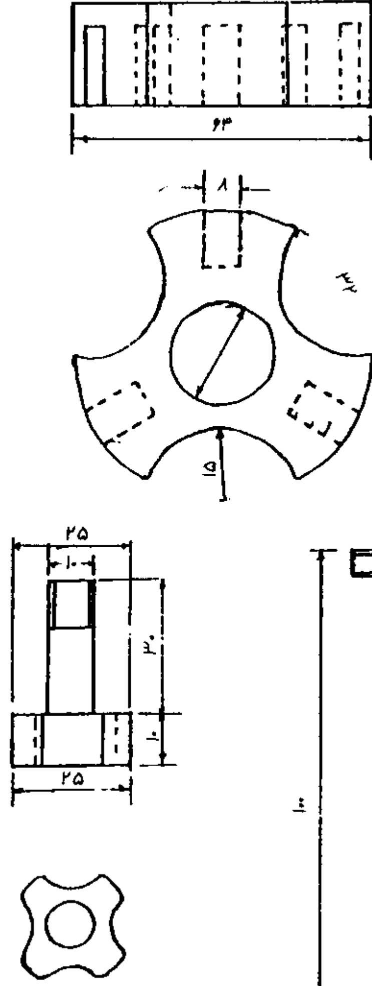
خلاصهٔ طرح: طراحی و ساخت وسیله‌ای ساده برای نگهداری خط‌کش فولادی، در هنگام اندازه‌گیری در کارگاه فلزکاری.

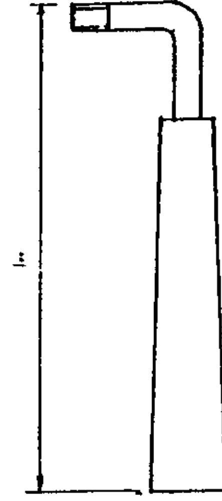
تحلیل

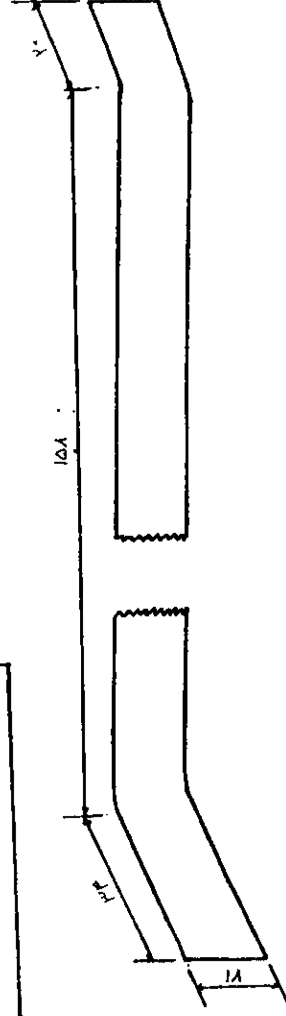
۱. آیا این وسیله که آن را پایه می‌نامیم باید از چوب، فولاد،



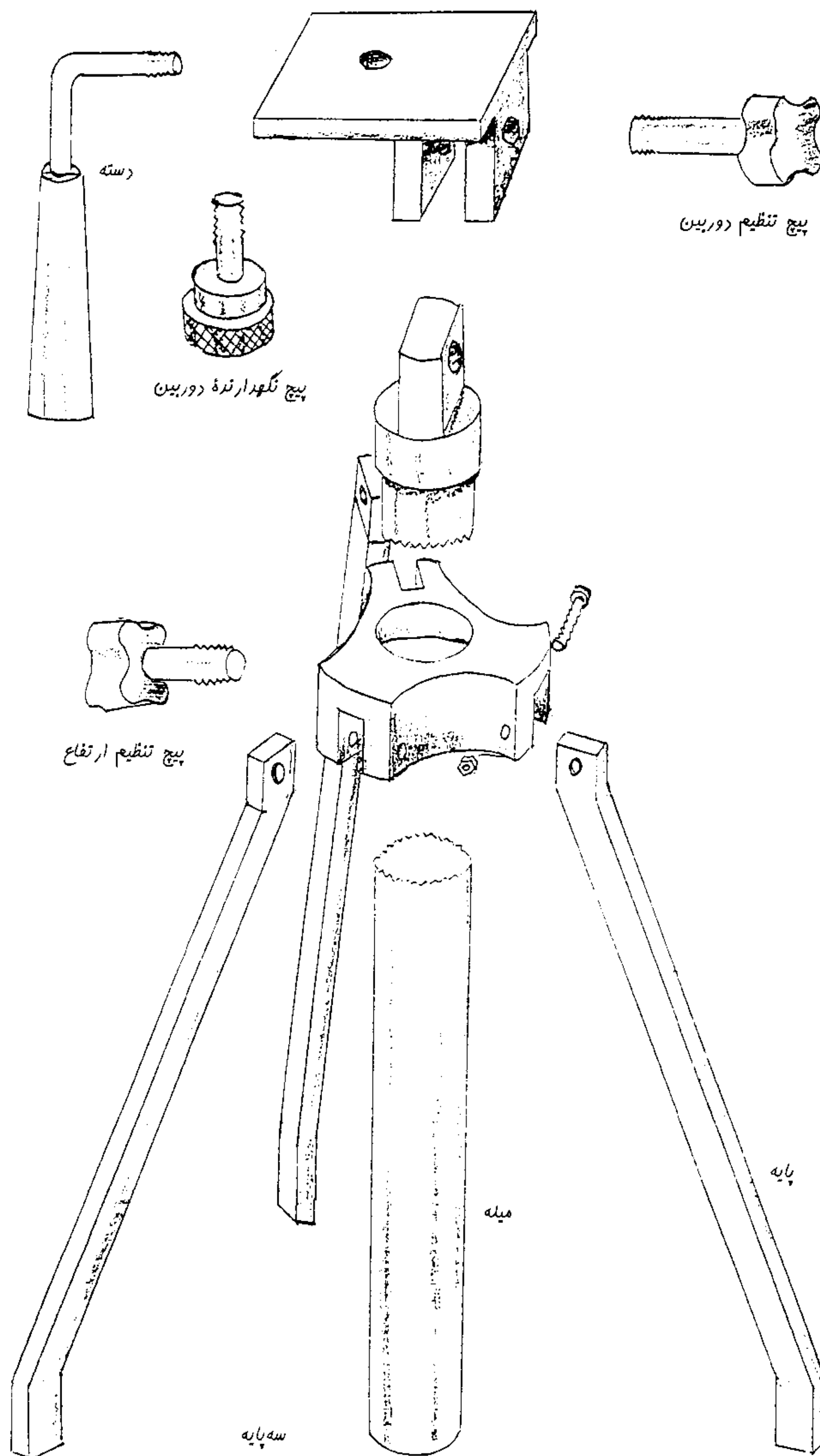








شکل ۹ـ۷ سه‌پایهٔ دوربین: نقشهٔ اجرایی تفصیلی.



شکل ۹ـ۸ سه‌پایهٔ دوربین: نقشهٔ مونتاژ.

آلومینیم یا پلاستیک ساخته شود؟

۲. آیا در ساخت آن باید از پیچ، بست، پیچ‌مهره، زردجوشکاری، جوشکاری یا ریخته‌گری استفاده کرد؟

۳. خط‌کش چگونه در پایه قرار خواهد گرفت؟

۴. با اجرای این پروژه کدام مهارتهای عملی کسب خواهد شد؟

۵. کدام یک از این مهارتها پیش از این کسب شده است؟

۶. آیا برای اجرای این پروژه، مواد، ابزارها، ماشینها و تجهیزاتی وجود دارد؟

مشخصات فنی طرح: وسیلهٔ مورد نظر باید قابل حمل، ساده، پایدار و قادر به نگهداری خط‌کش فولادی با هر اندازه باشد و بتوان به آسانی از آن استفاده کرد.

راه‌حلهای ممکن و راه‌حل قطعی در شکل ۹ـ۹ نشان داده شده‌اند.

مشکل دوم: وقتی شاگردان پروژهٔ خود را انجام دادند، از آنها خواسته می‌شود نام، شماره، کلاس و سال تحصیلی را روی قطعهٔ ساخته شده، یا گاهی اوقات روی پلاکی فلزی که به آن متصل می‌شود، مهرزنی کنند. غالباً کیفیت کار بسیار ضعیف است: فاصلهٔ حروف و اعداد یکنواخت نیست یا روی یک خط قرار ندارند یا هر دو عیب را دارند که شکل ظاهری کار را خراب می‌کند.

شناسایی مشکل: وسیله‌ای مورد نیاز است که هنرجویان به کمک آن بتوانند نام و شمارهٔ خود را، به صورتی پاکیزه، مهرزنی کنند.

خلاصهٔ طرح: طراحی و ساخت وسیله‌ای قابل حمل، ساده و جذاب برای گرفتن و هدایت حروف و اعداد در هنگام مهرزنی در کارگاه.

تحلیل

۱. طولانیترین کلمه‌ای که باید مهرزنی کرد کدام است؟

۲. فاصلهٔ میانگین بین حروف و کلمات چقدر باید باشد؟

۳. مهرها را چگونه باید زد: باهم یا تک به تک؟

۴. چگونه می‌توان حروف و اعداد را در یک ردیف، به فواصل مساوی و در امتداد عمودی نگه داشت.

۵. این وسیله را در کجا باید قرار داد؟

۶. آیا این وسیله را باید ثابت کرد؟

۷. آیا در این طرح با مسائل ایمنی هم سروکار داریم؟

مشخصات فنی طرح: وسیلهٔ مورد نظر باید ساده، قابل حمل، بادوام، محکم و زیبا باشد؛ باید بتوان به آسانی از آن استفاده کرد؛ باید کار را محکم، در امتداد عمودی و در یک خط نگه دارد؛ باید قابل تنظیم باشد تا بتوان دستکم ۱۲ حرف را به‌طور همزمان مهرزنی کرد؛ باید استفاده از آن بی‌خطر باشد؛ باید سریع و ارزان ساخته شود.

راه‌حلهای ممکن و قطعی: این راه‌حلها در شکلهای ۹ـ۱۰ تا ۹ـ۱۲ نشان داده شده‌اند.

چگونه نقشه بکشیم

تا اینجا مفهوم طراحی، فرایند طراحی و ساخت و نحوهٔ انتقال ایده‌های طراحی به همکاران و مخاطبان دیگر را، که احتمالاً فلزکار نیستند، شرح دادیم و بر این نکته تأکید کردیم که تهیهٔ نقشه‌های مختلف نقش مهمی در انتقال طرح دارد.

ابزارهای نقشه‌کشی

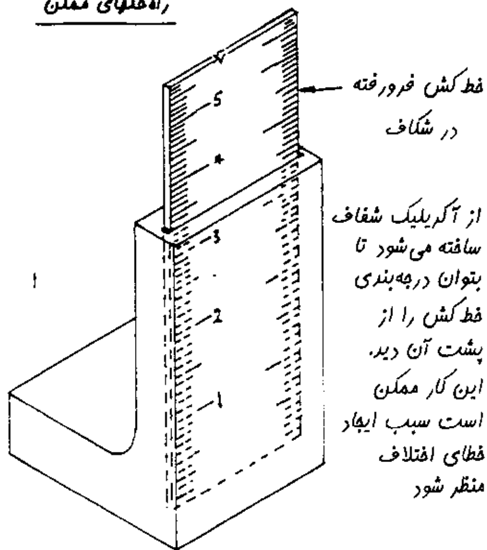
> برای تهیهٔ موفقیت‌آمیز نمودارها، طرحهای کلی و نقشه‌های فنی باید ابزارهای نقشه‌کشی با کیفیت خوب در اختیار داشت.

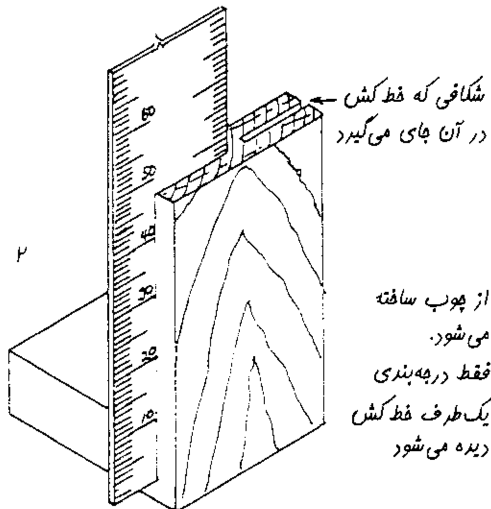
معمولاً از ابزارهای زیر استفاده می‌شود.

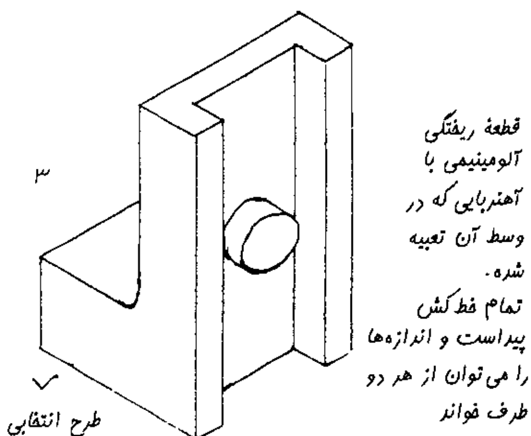
برای ترسیم طرحهای کلی و نقشه‌های دقیق ساخت به مدادهای مرغوب، با طول مناسب نیاز دارید. مدادها را برحسب سختی مغز آنها دسته‌بندی می‌کنند. انواع اصلی مداد عبارت‌اند از: F، مناسب برای تهیهٔ طرحهای کلی؛ 2H برای ترسیمهای هندسی، خطوط راهنما و غیره؛ H، برای یادداشت، اندازه‌گذاری و غیره؛ و HB برای حروف‌نویسی.

از گونیا برای رسم زاویه استفاده می‌کنند. گونیا را معمولاً از مواد پلاستیکی شفاف می‌سازند؛ استفاده از گونیاهایی

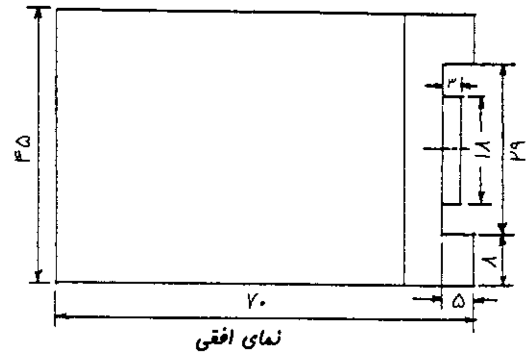
راه‌حلهای ممکن



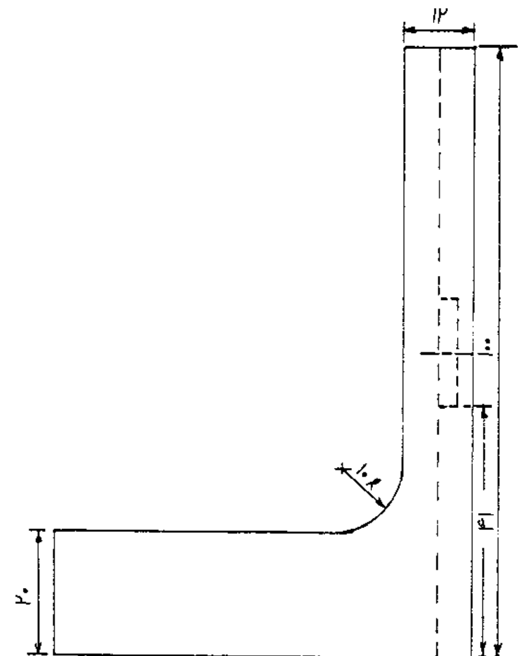




نقشهٔ اجرایی



نمای افقی



نمای قائم

از این ابعاد برای ساختن مدل استفاده می‌شود

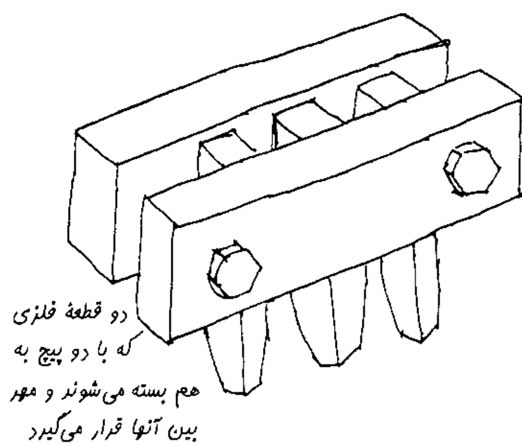
مقیاس: ۱:۱

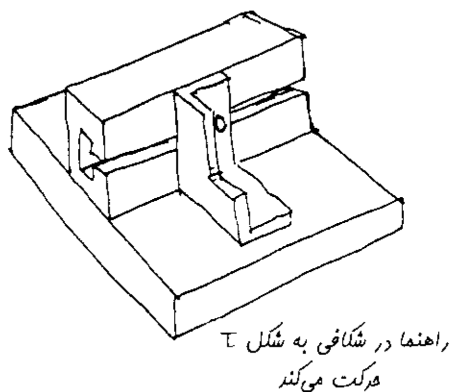
ابعاد: mm

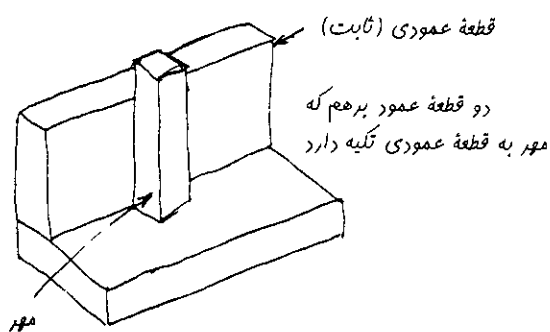
تصویر: ربع سوم

پایهٔ خط‌کش

شکل ۹ـ۹ پایهٔ خط‌کش.

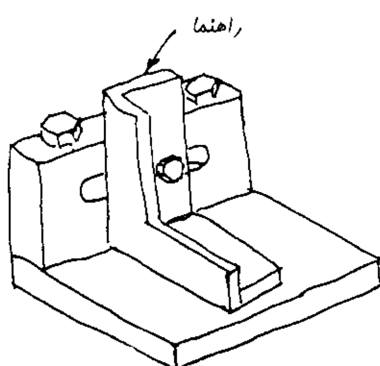






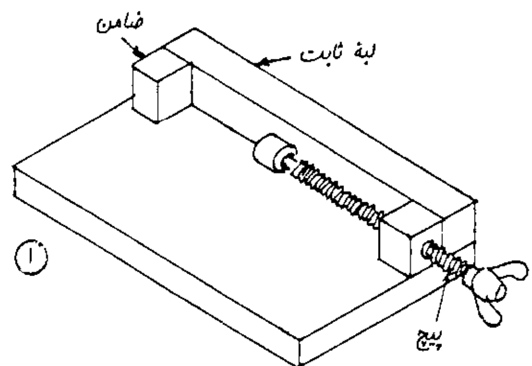




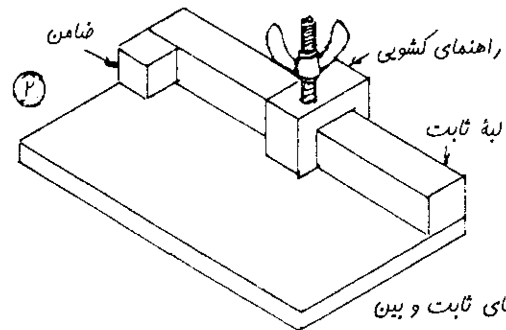




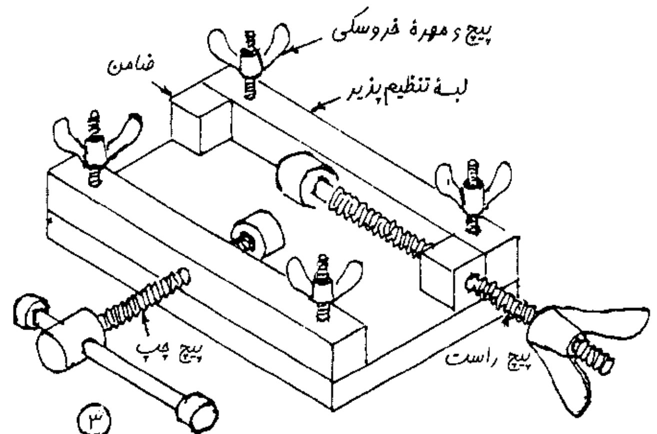
شکل ۹ـ۱۰ مهرزن: ایده‌های اولیه.



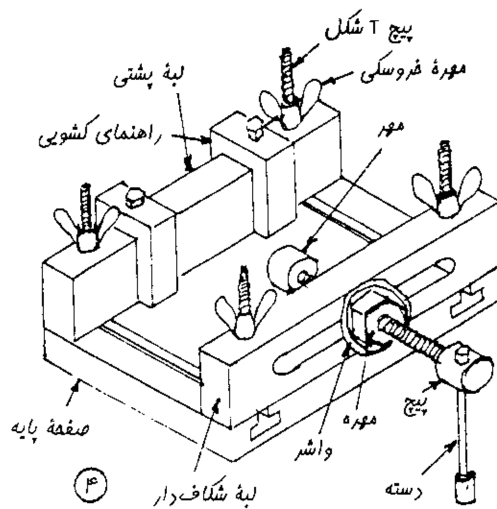
مهر بین ضامن و پیچ قرار دارد و به لبه تکیه می‌دهد



مهر به لبه‌های ثابت و بین راهنمای کشویی و ضامن ثابت تکیه می‌کند



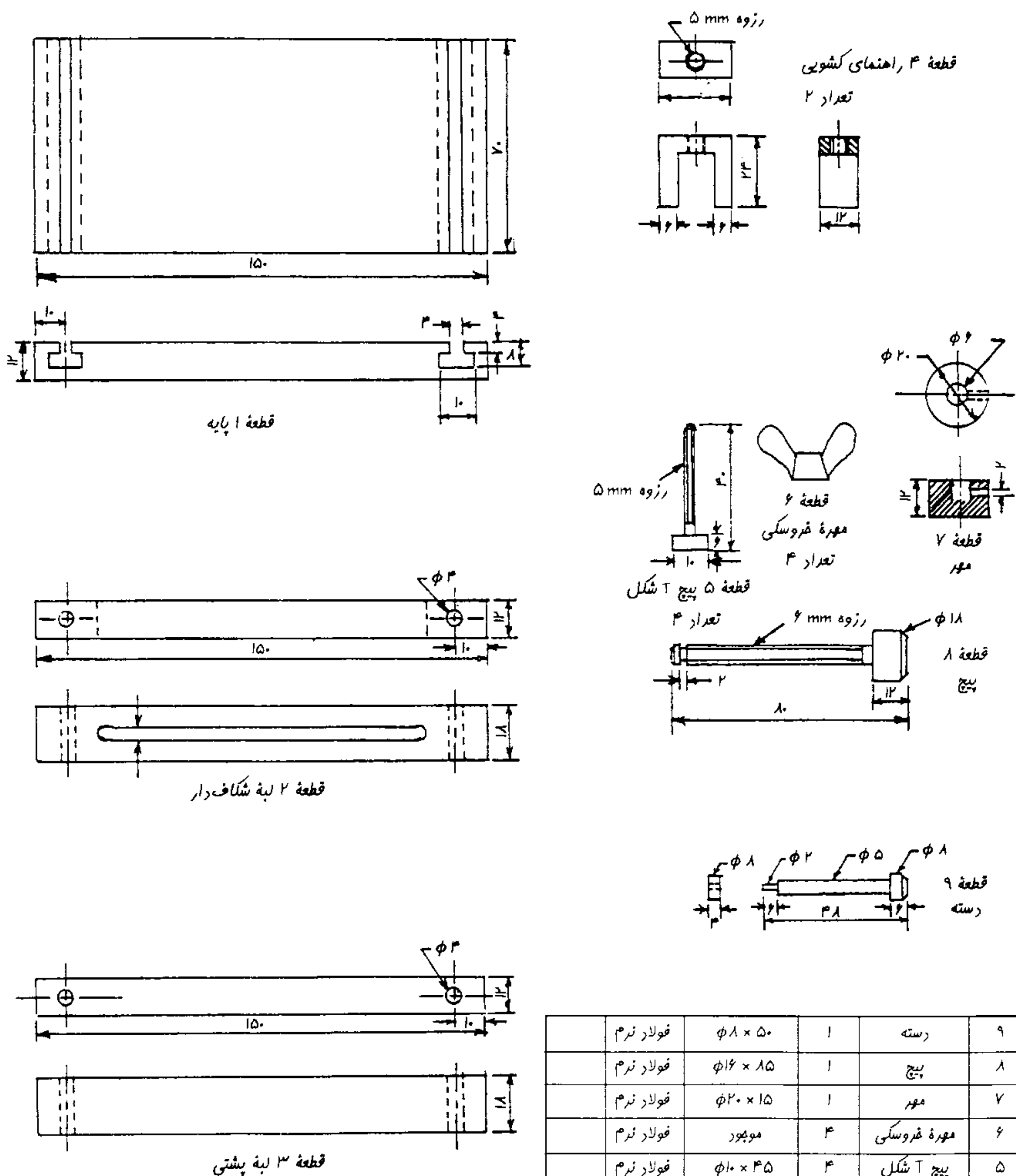
این طرح دو پیچ و دو لبهٔ تنظیم‌پذیر دارد. قطعه‌کار زیر لبه‌ها قرار می‌گیرد. مهر به وسیلهٔ پیچ راست به لبه یا به ضامن تکیه می‌کند



با استفاده از این طرح می‌توان قطعه‌کار را در هر وضعیتی مهر زد، زیرا دو لبهٔ مهرزن کشویی هستند. راهنماها نیز می‌توانند در وضعیتهای مختلف قرار بگیرند. مهر بین راهنماها قرار می‌گیرد و با پیچ به لبهٔ پشتی بسته می‌شود؛ پیچ نیز می‌تواند در وضعیتهای مختلف قرار بگیرد.

انتخاب شد.

شکل ۹ ـ ۱۱ مهرزن: راه حلهای ممکن.



شماره	شرح	تعداد	اندازه	جنس	قیمت
۹	دسته	۱	φ۸ × ۵۰	فولاد نرم	
۸	پیچ	۱	φ۱۶ × ۸۵	فولاد نرم	
۷	مهر	۱	φ۲۰ × ۱۵	فولاد نرم	
۶	مهرهٔ فروسکی	۴	موجود	فولاد نرم	
۵	پیچ T شکل	۴	φ۱۰ × ۴۵	فولاد نرم	
۴	راهنمای کشویی	۲	۱۲ × ۲۵ × ۲۴	فولاد نرم	
۳	لبهٔ پشتی	۱	۱۲ × ۱۸ × ۱۵۲	فولاد نرم	
۲	لبهٔ شکاف‌دار	۱	۱۲ × ۱۶ × ۱۵۲	فولاد نرم	
۱	پایه	۱	۱۲ × ۱۸ × ۱۵۲	فولاد نرم	

فهرست برش

شکل ۹ـ۱۲ مهرزن: نقشهٔ اجرایی تفصیلی.

توصیه می‌شود که لبهٔ آنها پخ زده شده باشد. انواع اصلی گونیا عبارت‌اند از گونیای °۳۰، °۴۵، °۶۰ و قابل تنظیم که برای رسم زوایای دیگر و خطوط موازی به کار می‌رود.

میز نقشه‌کشی میزی است که نقشه روی آن کشیده می‌شود. سطح این میز باید صاف و لبه‌های آن باید نسبت به سطح میز گونیا باشند. میز نقشه‌کشی را معمولاً از تخته سه‌لایی، نئوپان روکشی یا پلاستیک می‌سازند. **خط‌کش ت** را به شکل حرف T می‌سازند. خط‌کش ت دو لبهٔ مهم دارد: یکی روی دسته (که قطعهٔ کوتاه بالایی خط‌کش است) و دیگری روی تیغه (که قطعهٔ طویل و افقی است). تیغه بر دسته عمود است. از خط‌کش ت برای رسم خطوط افقی، خطوط موازی و (به کمک گونیا) زوایای °۳۰، °۴۵ و °۶۰ استفاده می‌شود.

برای انجام کارهای دقیق به یک **پرگار** مرغوب نیز نیاز دارید. پیچ وسط پرگار باید صلب و محکم باشد.

خط‌کش مهمترین ابزار اندازه‌گیری خطی است که در نقشه‌کشی فنی به کار می‌رود. خط‌کش را معمولاً از چوب یا پلاستیک می‌سازند؛ استفاده از نوع پلاستیکی آن توصیه می‌شود زیرا درجه‌بندی آن به مرور زمان از بین نمی‌رود. طول خط‌کش، دست‌کم، باید ۳۰۰ میلیمتر باشد و برحسب مضربهای میلیمتر مدرج شده باشد. خط‌کش را باید همیشه تمیز نگه داشت. لبهٔ خط‌کش باید صاف و درجه‌بندی آن مشخص باشد.

پاک‌کن از مواد پلاستیکی یا لاستیکی ساخته می‌شود. از پاک‌کن برای پاک کردن خطوط و نشانه‌های ناخواستهٔ روی نقشه استفاده می‌کنند. استفاده از پاک‌کن نرم و مرغوب توصیه می‌شود؛ پاک‌کن سخت ممکن است قشررویی کاغذ را بساید و از بین ببرد. هرگاه پاک‌کن کثیف شد آن را با آب داغ و صابون بشویید و با پارچهٔ تمیز خشک کنید.

برای نصب ورق کاغذ روی میز نقشه‌کشی به دو گیرهٔ میز نقشه‌کشی نیاز دارید؛ این گیره‌ها را از فولاد می‌سازند. از انواع نوارچسب نیز می‌توانید به این منظور استفاده کنید، اما بعضی از نوارچسبها قشر رویی کاغذ را جدا می‌کنند. از پونز استفاده نکنید، چون سطح میز را خراب می‌کند.

نقاله یکی از ابزارهای اندازه‌گیری، به شکل دایره یا نیمدایره است که، به ویژه در هندسهٔ مسطحه، برای اندازه‌گیری یا ترسیم زاویه به کار می‌رود. نقاله باید بزرگ و ترجیحاً شفاف باشد و به وضوح درجه‌بندی شده باشد. نقاله را از چوب هم می‌سازند، اما نقالهٔ پلاستیکی بهتر است زیرا درجه‌بندی آن سالمتر می‌ماند.

در نقشه‌کشی فنی، از **پرگار تقسیم** برای جداکردن تعدادی فاصله، از یک نقطه تا نقطه‌ای دیگر استفاده می‌شود. همین کار را با پرگار معمولی نیز می‌توان انجام داد، اما در این صورت اثر مداد روی کاغذ می‌ماند (شکل ۴-۴۳ در فصل ۴ را نیز ببینید).

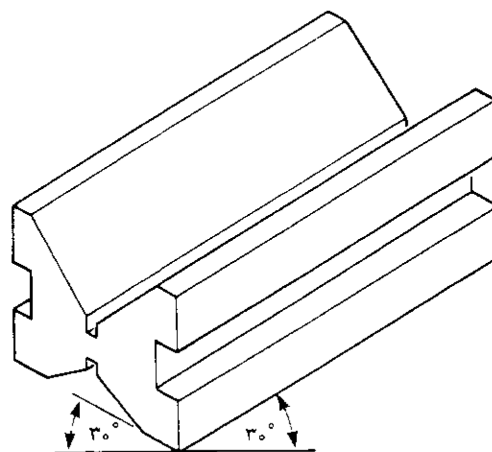
نقشهٔ تصویری

> نقشه نمایش ترسیمی جسم، محصول یا سیستم است. طراحان برای انتقال ایده‌های خود از دو نوع نقشه استفاده می‌کنند: نقشهٔ تصویری و نقشهٔ مهندسی.

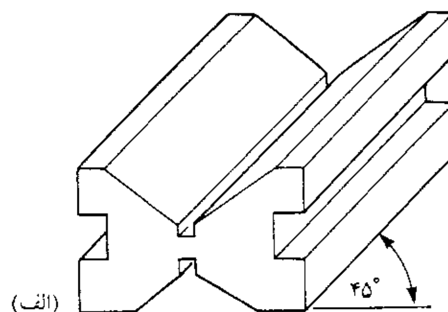
نقشهٔ تصویری، نقشه‌ای سه‌بعدی است. در این نقشه سه وجه از جسم در سه بُعد طول، عرض و ارتفاع نشان داده می‌شود. سه روش اصلی نمایش تصویری اجسام عبارت‌است از نقشهٔ هم‌مقیاس یا ایزومتریک، نقشهٔ مایل و نقشهٔ پرسپکتیو.

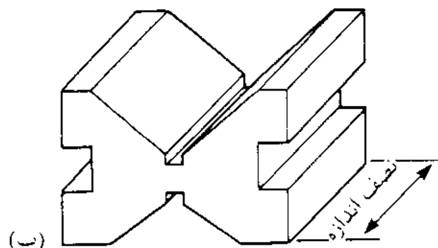
در **نقشهٔ هم‌مقیاس** (شکل ۹-۱۳)، فرض می‌شود جسم طوری قرارگرفته است که یکی از کنجهای عمودی آن که در صفحهٔ افقی قرار دارد تحت زاویهٔ قائمه دیده می‌شود و دو ضلع دیگر آن (طول و عرض) با محور افقی $(x - y)$ زاویهٔ °۳۰ تشکیل می‌دهند. در این وضعیت، دو ضلع و وجه رویی جسم به طور همزمان دیده می‌شوند.

در ترسیم **تصویر مایل** فرض بر این است که جسم طوری قرارگرفته است که یکی از اضلاع آن روی صفحهٔ افقی است و اضلاع مجاور با محور افقی $(x - y)$ زاویهٔ °۴۵ می‌سازند. در این وضعیت، سه وجه (جلو، بغل و بالا) به طور همزمان، واضح دیده می‌شوند. در این تصویر همهٔ خطوط معرف اضلاع با هم موازیند. تصویر مایل بر دو نوع است (شکل ۹-۱۴). در **تصویر کاوالیه**، اضلاع جانبی با اندازهٔ واقعی



شکل ۹ـ۱۳ نقشهٔ هم‌مقیاس یک بلوک جناغی.

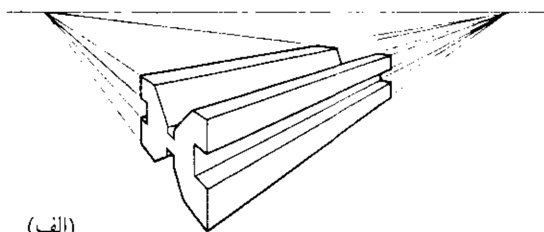


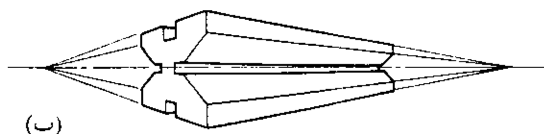


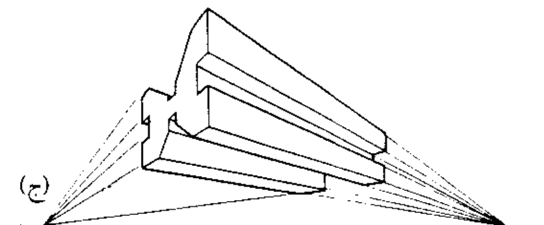
شکل ۹ـ۱۴ تصویر مایل یک بلوک جناغی: الف) نمای کاوالیه؛ ب) نمای کابینت.

ترسیم می‌شود. در نتیجه کج به نظر می‌رسند. در تصویر کابینت ضلع با مقیاس $\frac{1}{2}$ رسم می‌شود؛ در نتیجه اعوجاج آن کاهش می‌یابد.

نقشهٔ پرسپکتیو بر این اساس مبتنی است که فرض می‌شود دو ضلع مجاور در نقاط مقابلِ هم، روی محوری افقی، به هم می‌رسند. در این حالت، به نظر می‌رسد خطوط معرف اضلاع، در قطبهای انتخاب شده محو شوند، و خطوط عمودی معرف ارتفاع، به موازات یکدیگر ادامه پیدا کنند. نماهای پرسپکتیو رادر سه وضعیت می‌توان







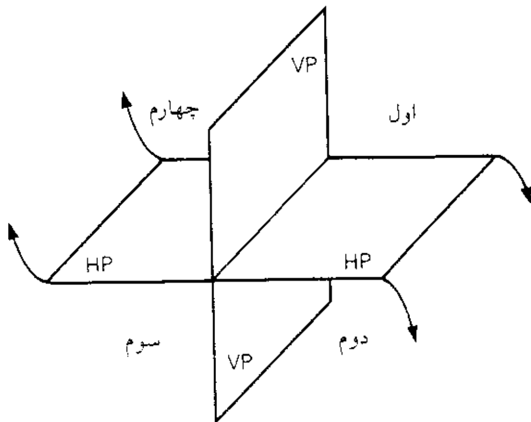
شکل ۹ـ۱۵ سه نمای پرسپکتیو از بلوک جناغی: الف) زیر محور؛ ب) بر محور؛ ج) بالای محور.

ترسیم کرد: اول محور افقی؛ زیر محور افقی و بالای محور افقی. در شکل ۹ـ۱۵، روشهای ترسیم پرسپکتیو نشان داده شده‌اند.

منظور از **تهیهٔ طرح کلی با دست**، ترسیم نقشه بدون استفاده از ابزارهای نقشه‌کشی مانند پرگار، گونیا، خط‌کش و بدون اندازه‌گیری است. نسبتها با چشم تشخیص داده می‌شوند و اندازه‌گیری انجام نمی شود. این روشی سریعتر برای ترسیم نماها و شکل اشیا، خواه به صورت تصویری و خواه به شکل نقشهٔ مهندسی است. مبتدیان می‌توانند از روش جعبه یا کاغذ شطرنجی استفاده کنند. **در روش جعبه** (شکل ۹ـ۱۶) با ابعاد کلی جسم (طول، عرض، ارتفاع) **جعبه‌ای** ترسیم می‌شود.

نقشهٔ مهندسی

نقشهٔ مهندسی ابزاری برای نمایش وجوه جسم به صورت دوبعدی است تا، در بیشتر موارد، وجوه جسم به اندازهٔ واقعی نشان داده شوند.



شکل ۹ـ۱۷ صفحه‌های اصلی تصویر، و چهار ربع. VP = صفحهٔ عمودی؛ HP = صفحهٔ افقی.

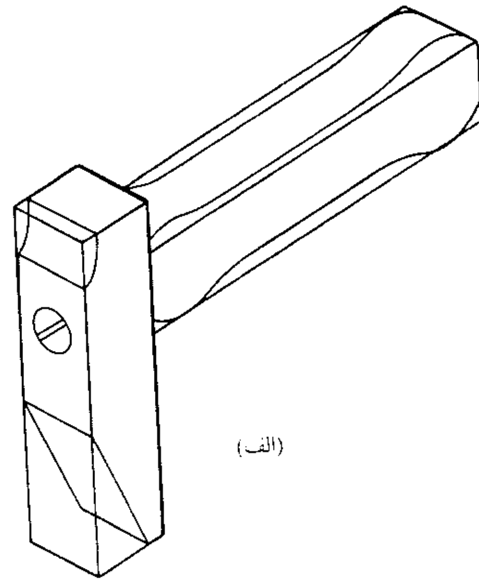
از این روش بیشتر برای تهیهٔ نقشه‌های اجرایی تفصیلی یا نقشهٔ قطعات مصنوع یا سیستم مورد نظر برای تولید استفاده می‌شود. در این روش از دو صفحهٔ اصلی تصویر استفاده می‌شود؛ **یکی صفحهٔ تصویر افقی** (HP) و دیگری **صفحهٔ تصویر عمودی** (VP) که یکدیگر را با زاویهٔ قائمه قطع می‌کنند و چهار ربع تشکیل می‌دهند (شکل ۹ـ۱۷). استفاده از دو نوع تصویر متداول است: تصویر ربع اول و تصویر ربع سوم.

وقتی جسمی در ربع اول قرار می‌گیرد و نماهای آن روی صفحه‌های اصلی تصویر می‌شوند، تصویر را **تصویر ربع اول** می‌نامند. برای نشان دادن اصول این روش از جعبهٔ تصویر کمک می‌گیریم (شکل ۹ـ۱۸). جعبهٔ تصویر ربع اول از ماده‌ای کدر مانند چوب ساخته می‌شود. اصول کار به شرح زیر است:

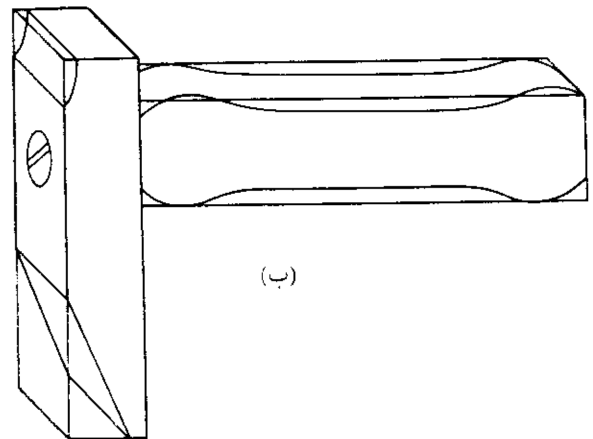
۱. فرض می‌شود که جسم در جعبه معلق است.
۲. در هر نمایی، جسم بین چشمان ناظر و صفحه یا پرده قرار می‌گیرد.
۳. سپس فرض می‌شود هر نما روی صفحهٔ پشت آن نما تصویر شده است.

بنابراین (شکل ۹ـ۱۹):

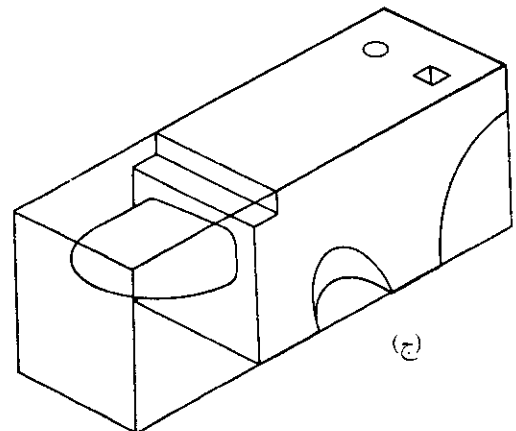
۱. **نمای قائم** روی صفحهٔ عمودی، تصویر و دیده می‌شود.
۲. **نمای افقی (پلان)** روی صفحهٔ افقی، تصویر و دیده می‌شود.



(الف)

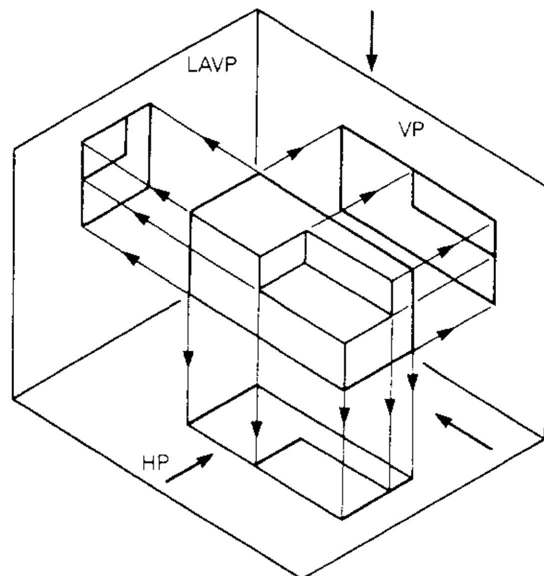


(ب)



(ج)

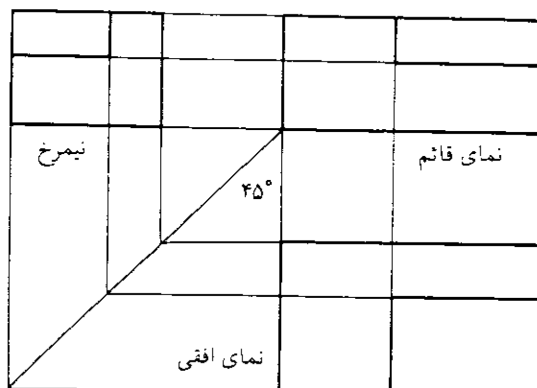
شکل ۹ـ۱۶ در تهیهٔ طرح با دست از روش جعبه استفاده می‌شود: الف) نمای ایزومتریک چکش؛ ب) نمای مایل چکش؛ ج) نمای پرسپکتیو سندان.



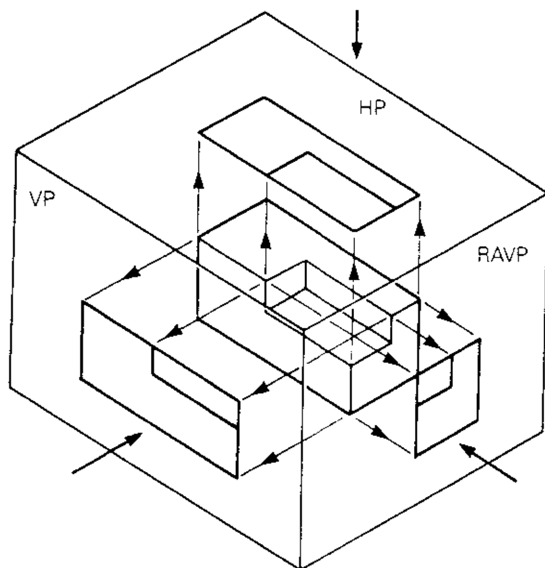
شکل ۹ـ۱۸ جعبهٔ تصویر ربع اول. LAVP = صفحهٔ عمودی کمکی سمت چپ.

۳. نیمرخ چپ روی صفحهٔ عمودی کمکی راست، تصویر و دیده می‌شود.
۴. نیمرخ راست روی صفحهٔ عمودی کمکی چپ، تصویر و دیده می‌شود.

فرایند تصویرکردن نماهای جسم معلق در ربع سوم، روی صفحهٔ اصلی را **تصویر ربع سوم** می‌نامند. جعبهٔ تصویر مورد استفاده برای نشان دادن اصول تصویر در ربع سوم از ماده‌ای شفاف مانند شیشه ساخته می‌شود (شکل ۹ـ۲۰). اساس کار به ترتیب زیر است:



شکل ۹ـ۱۹ تصویر ربع اول.



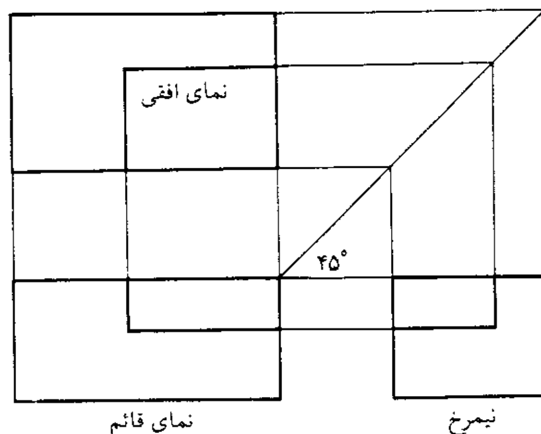
شکل ۹ـ۲۰ جعبهٔ تصویر ربع سوم. RAVP = صفحهٔ عمودی کمکی سمت راست.

۱. جسم همیشه در جعبه معلق است.
۲. صفحهٔ تصویر همواره بین چشمان بیننده و جسم قرار دارد. به عبارت دیگر جسم پشت صفحهٔ شفاف قرار دارد و از پشت آن دیده می‌شود.

بنابراین (شکل ۹ـ۲۱):

۱. نمای قائم از پشت صفحهٔ عمودی دیده می‌شود و فرض بر این است که روی همان صفحه تصویر می‌شود.
۲. نمای افقی (پلان) از پشت صفحهٔ افقی دیده و روی آن تصویر می‌شود.
۳. نیمرخ چپ از پشت صفحهٔ عمودی کمکی چپ دیده و روی آن تصویر می‌شود.
۴. نیمرخ راست از پشت صفحهٔ عمودی کمکی راست دیده و روی آن تصویر می‌شود.

یادآوری می‌کنیم که تصویرهای ربع دوم و چهارم ترسیم نمی‌شوند، زیرا عملاً نمی‌توان در ربعهای دوم یا چهارم تصویر کرد و نماها را به روشنی روی صفحه‌های اصلی دید. وقتی صفحهٔ افقی به پایین می‌چرخد تا سطحی تخت مانند ورق نقشه ایجاد کند، نماهای واقع در این دو ربع یکدیگر را می‌پوشانند.



شکل ۹ـ۲۱ تصویر ربع سوم.

انواع خط

> نقشه‌کشی روشی برای بیان یا انتقال تصویری ایده‌هاست.

خطوط نیز مانند کلمات می‌توانند نکاتی را منتقل کنند. خطوط مختلف معانی متفاوتی دارند: در شکل ۹ـ۲۲ انواع مختلف خط، که در نقشه‌کشی به‌کار می‌رود، نشان داده شده است. شکل ۹ـ۲۳ کاربردهای عملی خطوط مختلف را نشان می‌دهد.

برش زدن

> برش زدن از روشهایی است که در ترسیم نقشه‌های اجرایی به کار می‌رود تا خصوصیات داخلی قطعات و مجموعه‌هایی را نشان دهد که در نماهای خارجی دیده نمی شوند.

برای برش(مقطع) زدن قطعه از صفحه‌های فرضی استفاده می‌شود تا با حذف فرضی نزدیکترین بخشها، جزئیات داخلی را آشکار کنند.

صفحهٔ برش خطی است که روی نقشه رسم می‌شود تا ناحیهٔ برش فرضی جسم را نشان دهد. این خط با پیکانهایی همراه است که امتداد تصویر را نشان می‌دهند. فرض می‌شود بخشی که پشت صفحهٔ برش قرار دارد برداشته شده

پیوسته و سیاه؛ برای نشان دادن خطوط مرئی پیرامونی و اضلاع جسم به کار می‌رود

خط شئ

پیوسته و نازک؛ برای تصویرکردن، اندازه‌گذاری، ترسیم خطوط راهنما و هاشورزدن به کار می‌رود.

خط اندازه‌گذاری

پیوسته، نازک و ناهموار؛ برای نشان دادن حدود نماها و برشها به کار می‌رود.

خط موجدار

پیوسته، نازک و شکسته؛ برای نشان دادن حدود نماها و برشهای قطع شده به کار می‌رود.

خط شکسته

خط‌چین نازک؛ برای نشان دادن خطوط مخفی پیرامونی و اضلاع مخفی به کار می‌رود.

خط نامرئی

خط ـ نقطهٔ نازک؛ برای نشان دادن محورها، خطوط تقارن، خطوط گام و دایره‌های گام به کار می‌رود.

خط محور

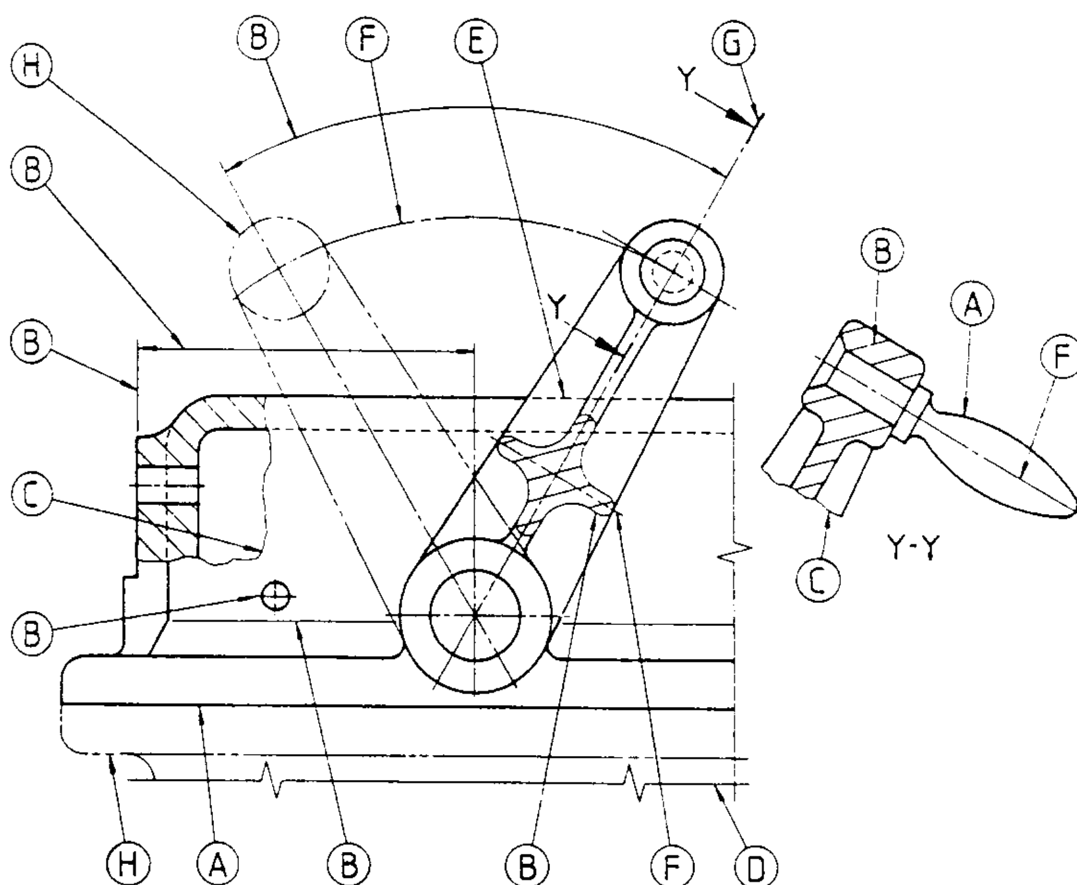
خط ـ نقطهٔ نازک، که در انتهای پاره خطها و نقاط تغییر مسیر سیاه می‌شود؛ به عنوان صفحهٔ برش به کار می‌رود.

خطوط صفحهٔ برش

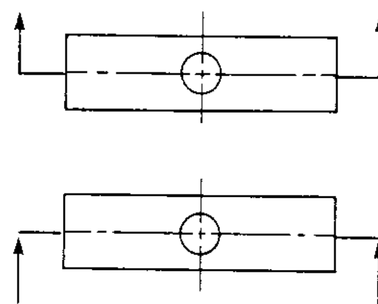
خط ـ نقطهٔ نازک با دو نقطه؛ برای ترسیم خطوط پیرامونی و اضلاع قطعات مجاور، خطوط پیرامونی و اضلاع قطعات بدیل و آخرین حد حرکت قطعات متحرک به کار می‌رود. برای نشان دادن خطوط پیرامونی اولیه، پیش از شکل دادن، و برای نشان دادن خطوط خمکاری روی الگوهای گسترده نیز به کار می‌رود.

خط ـ دونقطه

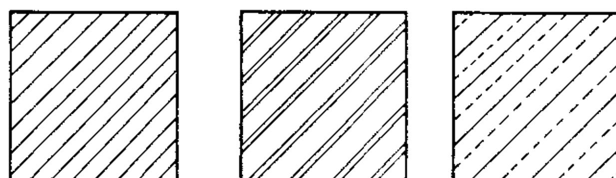
شکل ۹ـ۲۲ انواع خط.

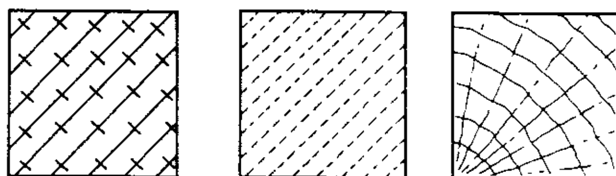


شکل ۹ـ۲۳ کاربرد خطوط مختلف در نقشه‌کشی.



شکل ۹ـ۲۴ صفحهٔ برش.

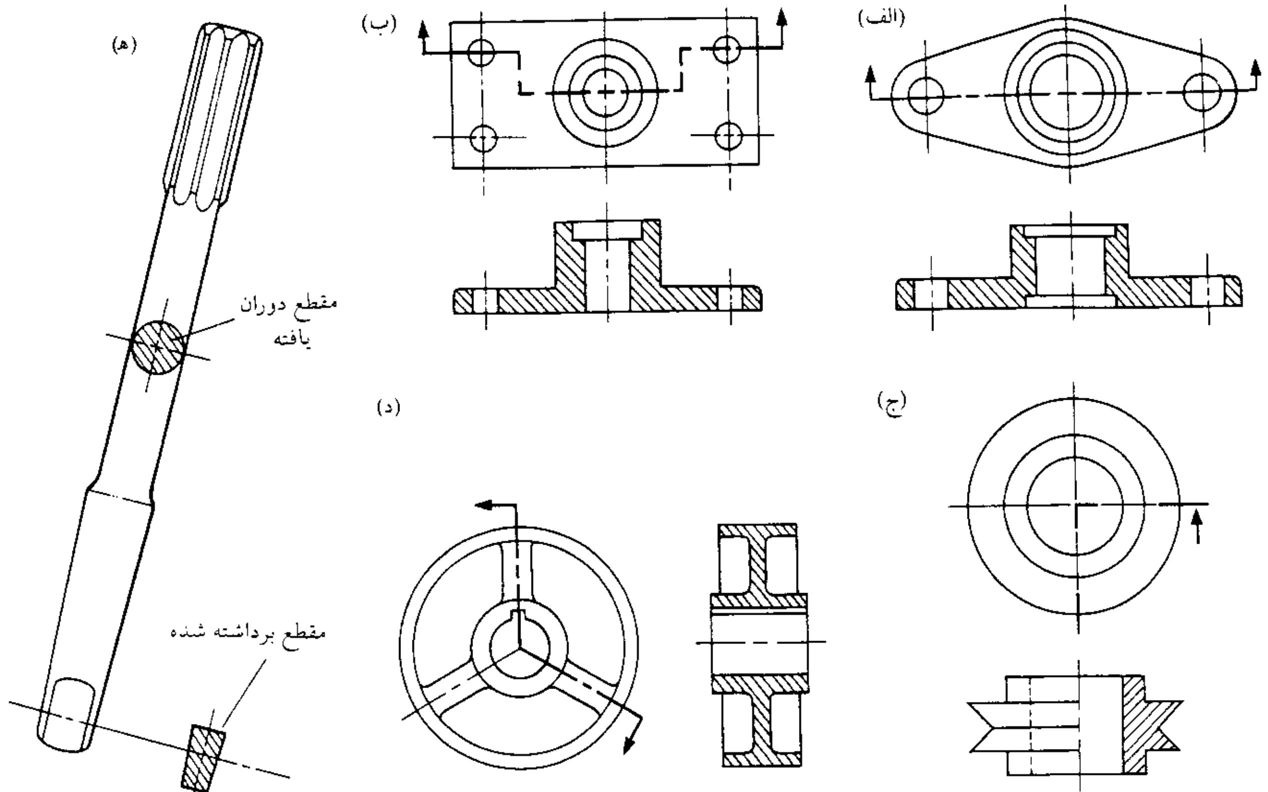




شکل ۹ـ۲۵ سایه زدن.

و خصوصیات بخش باقیمانده نمایان شده است. در شکل ۹ـ۲۴ روشهای نمایش صفحهٔ برش مشاهده می‌شود.

منظور از سایه زدن نشان دادن بخشهای توپری است که با صفحهٔ برش بریده شده‌اند. برای این کار یک رشته خط موازی، با زاویهٔ ۴۵°، در ناحیهٔ مورد نظر رسم می‌شود. این فرایند را **هاشور زدن** نیز می‌نامند. هاشور را نباید موازی، یا تقریباً موازی با هیچ یک از خطوط پیرامونی ترسیم کرد. با سایه زدن نقشه، شکل و جنس قطعه بهتر نشان داده می‌شود (شکل ۹ـ۲۵).



شکل ۹ـ۲۶ انواع مقطع : الف) مقطع کامل؛ ب) نیم‌مقطع؛ ج) مقطع خارج از مرکز؛ د) مقطع همراستا؛ ه) مقطع دوران یافته و مقطع برداشته شده.

گاهی اوقات، بعضی از خصوصیاتی که باید نشان داده شوند، همراستا نیستند، یا با خصوصیات دیگر در یک راستا قرار ندارند. در چنین مواردی، صفحهٔ برش را طوری تغییر می‌دهند که تا حد امکان از تعداد بیشتری از این خصوصیات بگذرند. شکل صفحهٔ برش، نوع مقطع را نشان می‌دهد. در شکل ۹ـ۲۶ انواع مقطع نشان داده شده است.

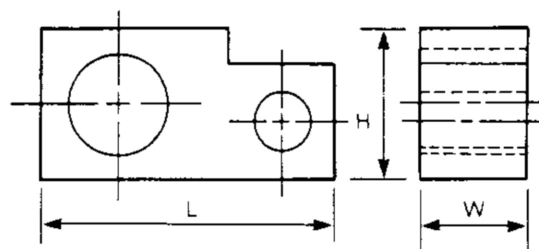
وقتی صفحهٔ برش، به خط مستقیم، از جسم می‌گذرد، نمای برش خورده را **مقطع کامل** می‌نامند. در نیم‌مقطع، دو صفحهٔ برش که با هم زاویهٔ °۹۰ می‌سازند، یک ربع از قطعه را برمی‌دارند. در **مقطع خارج از مرکز**، از دو یا چند صفحهٔ برش موازی برای بریدن قطعه استفاده می‌شود. در **مقطع همراستا** از دو صفحهٔ برش، که با هم زاویهٔ °۹۰ می‌سازند، به‌ویژه در جایی که سوراخها، بستها، دنده‌ها و پره‌ها باید همراستا شوند، استفاده می‌شود. بدین ترتیب از ترسیم نماهای معوج و گمراه‌کننده جلوگیری می‌شود؛ با همراستا کردن قطعات، رابطهٔ حقیقی آنها با سایر قطعات حفظ می‌شود. در **مقطع دوران یافته**، مقطع عرضی قطعه نشان داده می‌شود یا آن را روی نمای خارجی قطعه می‌اندازند. در **مقطع برداشته شده**، مقطع عرضی بیرون از نمای مفروض قطعه ترسیم می‌شود.

اندازه‌گذاری

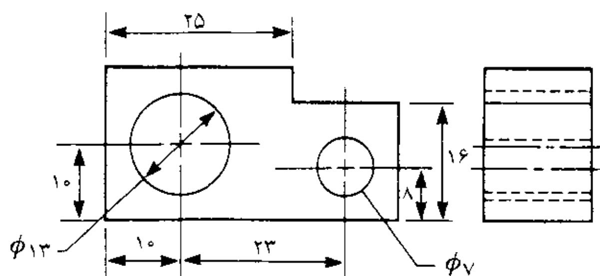
> اندازه‌گذاری روشی است که طراح یا نقشه‌کش، به‌کمک آن، اندازه‌های قطعه را، روی نقشهٔ اجرایی نشان می‌دهد. با اندازه‌گذاری می‌توان وضعیت نسبی خصوصیات قطعه را نشان داد.

ابعاد به دو دستهٔ اصلی تقسیم می‌شوند: ابعاد کلی و ابعاد جزئی (شکل ۹ـ۲۷). **ابعاد کلی** اندازهٔ کلی جسم را نشان می‌دهند. سه بُعدی که ابعاد کلی را تشکیل می‌دهند عبارت‌اند از طول کل، عرض کل و ارتفاع کل. **ابعاد جزئی** وضعیت نسبی خصوصیات قطعه را نشان می‌دهند.

نقشهٔ اندازه‌گذاری شده خصوصیات زیر را دارد (شکل ۹ـ۲۸): خطوط رابط، خطوط اندازه، پیکان، خطوط راهنما،

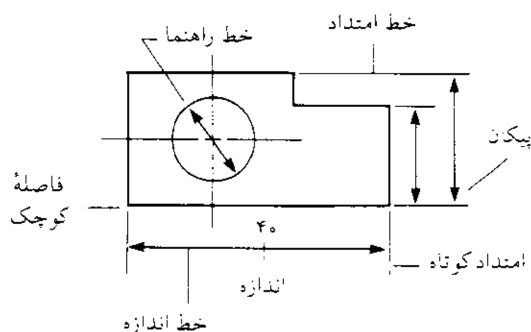


(الف)



(ب)

شکل ۹ـ۲۷ انواع بُعد: الف) ابعاد کلی؛ ب) ابعاد جزئی.



شکل ۹ـ۲۸ خصوصیات مورد استفاده در اندازه‌گذاری.

اعداد، یادداشتها و نمادها.

در هنگام اندازه‌گذاری نقشهٔ اجرایی، باید تا حد امکان قواعد زیر را رعایت کنید:

۱. اندازه‌ها را نزدیک به نمایی بگذارید که شکل **خصوصیت** مورد نظر را بهتر نشان می‌دهد.
۲. هر خصوصیت را فقط یک بار اندازه‌گذاری کنید.
۳. در صورت امکان اندازه‌ها را بین نماها بگذارید.
۴. در صورت امکان مبنایی تعیین کنید و اندازه‌ها را نسبت به آن بگذارید.

در شکل ۹ـ۲۹ نمونه‌های مختلف اندازه‌گذاری نشان داده شده است. آن را به دقت مطالعه کنید و فنون مورد استفاده در آن را به کار بگیرید.

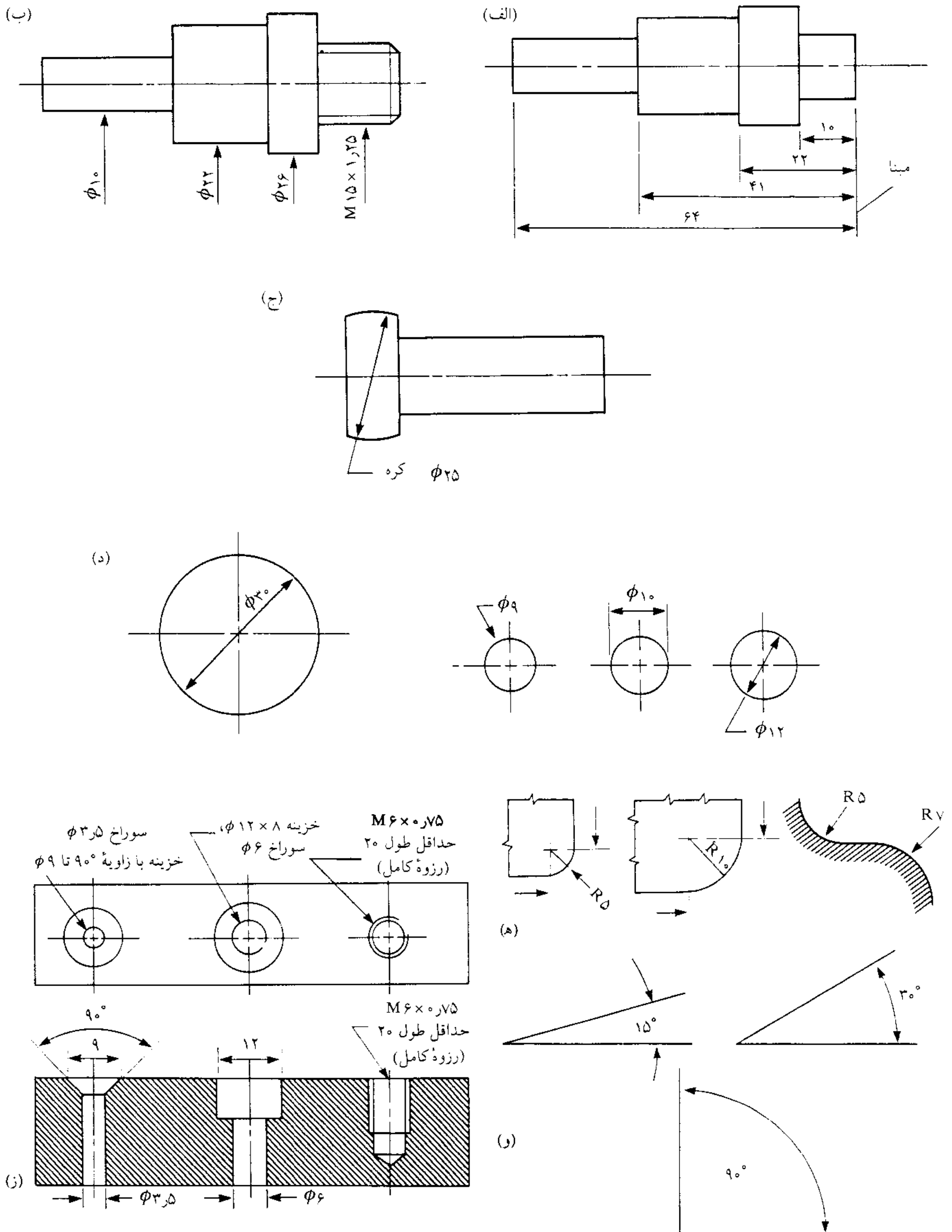
هم‌بندها و وسایل قفل‌کن

هم‌بند نام مجموعه‌ای از وسایل و روشهای به هم بستن قطعات است. هم‌بندها عبارت‌اند از پیچ‌مهره و مهره، پیچ (پیچ ماشین، پیچ تنظیم و پیچ دوسر)، پرچ، خار و جاخار، طوقه، کلاچ، لحیمکاری، زردجوشکاری و جوشکاری. جوشکاری روشی برای هم‌بندی دائمی است. لحیمکاری و زردجوشکاری را می‌توان دائمی یا موقتی به شمار آورد. سایر روشها کاملاً موقتی هستند. در شکل ۹ـ۳۰ بعضی از هم‌بندهای متداول نشان داده شده است. در همین شکل تعدادی از **وسایل قفل‌کن** هم مشاهده می‌شود. از این وسایل برای جلوگیری از شل شدن پیچ‌مهره‌ها، مهره‌ها و پیچها استفاده می‌کنند. در شکل ۹ـ۳۱ چند نوع خار و جاخار نشان داده شده است.

ترسیم و به کارگیری مقیاس

هرگاه ابعاد کاغذ نقشه‌کشی اجازه دهد، بهتر است نقشهٔ قطعات را با اندازهٔ واقعی ترسیم کرد. گاهی قطعه به اندازه‌ای بزرگ است که نمی‌توان آن را با اندازهٔ واقعی روی کاغذ ترسیم کرد؛ یا به اندازه‌ای کوچک است که اگر با اندازهٔ واقعی ترسیم شود، نقشهٔ حاصل را نمی‌توان خواند. در هر دو حالت باید مقیاس مناسبی انتخاب کنید تا نقشه قابل خواندن یا قابل ترسیم روی کاغذ نقشه‌کشی شود.

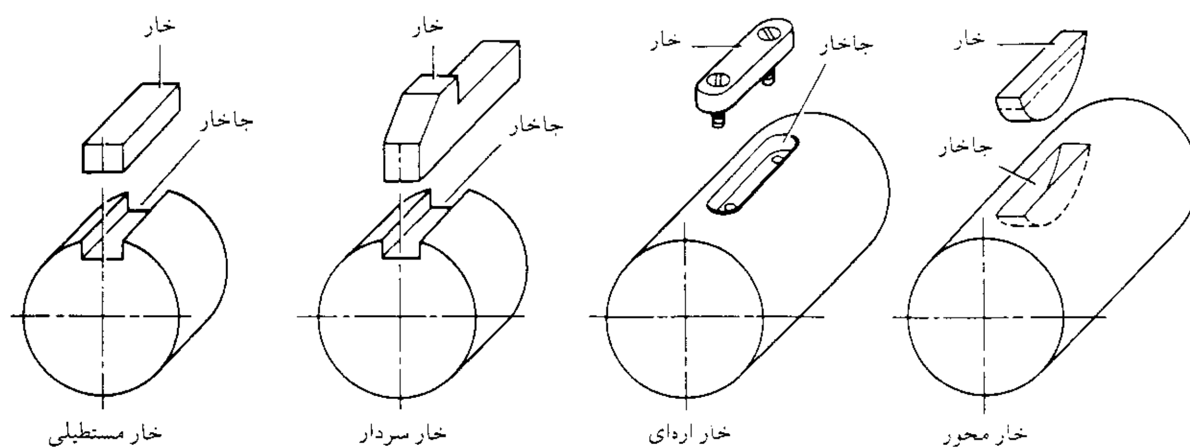
مقیاس را معمولاً مضربی از ۲، ۵ یا ۱۰ می‌گیرند. مثلاً برای **بزرگ کردن** نقشهٔ قطعه می‌توان از مقیاسهای ۱۰:۱، ۵:۱ یا ۲:۱ استفاده کرد. معنای مقیاس ۱۰:۱ این است که طول خط روی نقشه ۱۰ برابر اندازهٔ واقعی است؛ مقیاس ۵:۱ نشان می‌دهد که طول خط روی نقشه ۵ برابر اندازهٔ واقعی است و غیره. به همین ترتیب، برای **کاهش** اندازه، می‌توان از مقیاسهای ۱:۲، ۱:۵ یا ۱:۱۰ استفاده کرد. از این نوع مقیاس بیشتر در ترسیم نقشه‌های اجرائی تفصیلی استفاده می‌شود. معنای مقیاس ۱:۲ این است که هر خط روی نقشه معادل نصف طول واقعی آن روی قطعه است؛ مقیاس ۱:۵ یعنی



شکل ۹ـ۲۹ نمونه‌های اندازه‌گذاری: الف) اندازه‌گذاری براساس مبنا؛ ب) اندازه‌گذاری قطرها به کمک خطوط راهنما؛ ج) اندازه‌گذاری قطر کروی؛ د) اندازه‌گذاری دایره‌ها؛ ه) اندازه‌گذاری قوسها؛ و) اندازه‌گذاری زوایا؛ ز) اندازه‌گذاری سوراخها.

پیچ شش‌گوش
پیچ سرگرد ـ گردن چارگوش
مهرهٔ خروسکی
خارفنری
واشر
پیچ شش‌گوش
پیچ سرعدسی
خار ستاره‌ای
واشر زبانه‌دار
پیچ ماشین
پیچ آلن
پیچ قلاویز
واشر فنری
پیچ سیم‌بند
پیچ دوسر رزوه
مهره‌قفلی
مهرهٔ چاکدار

شکل ۹ـ۳۰ همبندها و وسایل قفل‌کن.



شکل ۹ـ۳۱ خارها و جاخارها.

این که هر خط معرف یک ـ پنجم اندازهٔ واقعی است و غیره. مقیاس کامل یا یک به یک به صورت ۱:۱ نشان داده می‌شود.

مقیاس ساده (شکل ۹ـ۳۲ الف) یکی از مقیاسهای مورد استفاده در نقشه‌کشی است. این مقیاس شبیه خط‌کش است.

برای ترسیم مقیاس ساده باید:

۱. خطی افقی با طول مورد نظر ترسیم، و نقاط لازم را روی آن مشخص کنید.

۲. از هریک از این نقاط خطوط عمودی تا ارتفاع مناسب ترسیم کنید.

۳. مستطیل به دست آمده را مطابق شکل ۹ـ۳۲ (الف) کامل کنید.

۴. خط رسم شده در سمت چپ را به قطعات مساوی تقسیم کنید (۱۰ بخش مساوی در شکل ۹ـ۳۲ الف).

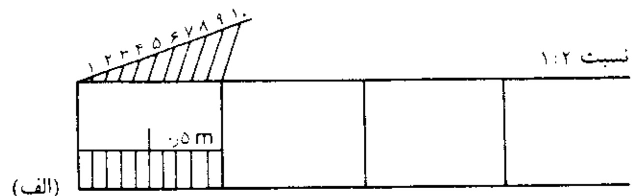
مقیاس قطری (شکل ۹ـ۳۲ ب) صورت دیگری از مقیاس ساده است که به کمک آن می‌توان اندازه‌ها را برحسب اعشار ترسیم کرد و خواند. این مقیاس براساس مثلثهای متشابه ترسیم می‌شود:

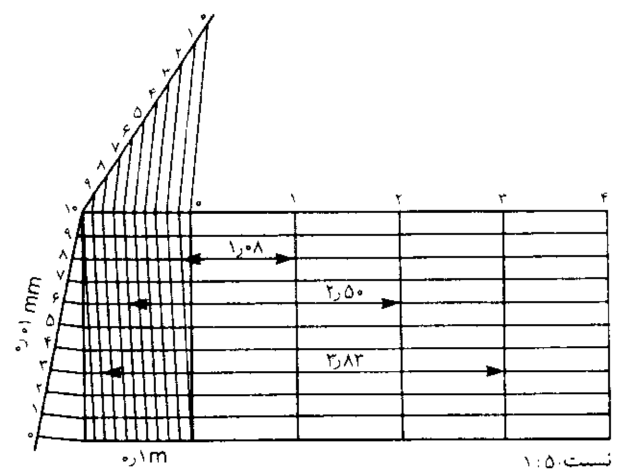
۱. واحد مقیاس اصلی را، به صورت خطی با طول کافی، به روشی که در مورد مقیاس ساده گفته شد، ترسیم کنید.

۲. ارتفاع مناسبی انتخاب و براساس آن مستطیلی ترسیم کنید.

۳. این مقیاس را، بسته به اعشار مورد نظر، به بخشهای مساوی تقسیم کنید (۱۰ بخش).

۴. از هر نقطه، خطی افقی ترسیم کنید.





شکل ۹ـ۳۲ مقیاسها: الف) مقیاس ساده؛ ب) مقیاس قطری.

۵. نخستین واحد اصلی را، مثلاً، به ۱۰ بخش مساوی تقسیم کنید.

۶. این تقسیمات را به خط بالایی انتقال دهید.

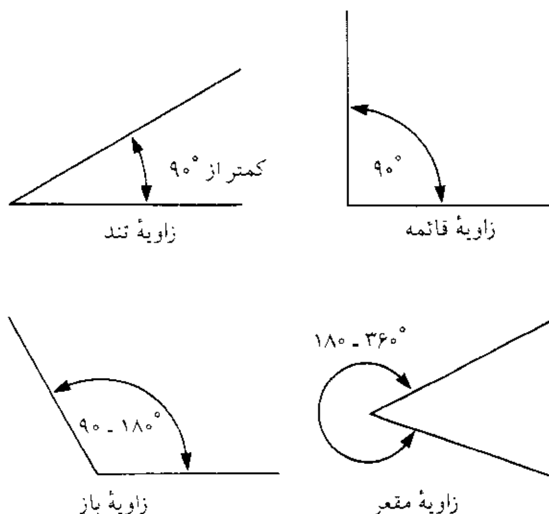
۷. از هر نقطه روی خط بالایی، خطی به نقطهٔ بعدی سمت راست، روی خط پایینی، رسم کنید.

با استفاده از این روش، که در شکل ۹ـ۳۲ نشان داده شده است، می‌توان تا ۰٫۰۱ متر را اندازه‌گیری کرد.

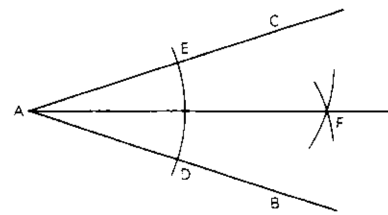
ترسیمهای هندسی

> بیشتر خطوط مورد استفاده برای ترسیم نماهای مختلف هر قطعه را می‌توان با استفاده از ابزارهای نقشه‌کشی ترسیم کرد. اما باید بتوانید از ترسیمهای هندسی نیز استفاده کنید. این ترسیمها در نقشه‌کشی و حل مسائل مربوط به نمودارها، و نیز ترسیم شکلهای هندسی و بیضوی اهمیت بسزایی دارند.

زاویه، شیب دو خط راست است که در یک نقطه به هم برخورد می‌کنند. زاویه برحسب درجه (°) اندازه‌گیری می‌شود. یک دایرهٔ کامل °۳۶۰ است. زاویه چهار نوع اصلی دارد (شکل ۹ـ۳۳):



شکل ۹ـ۳۳ انواع زاویه.



شکل ۹ـ۳۴ نحوهٔ ترسیم نیمساز زاویه.

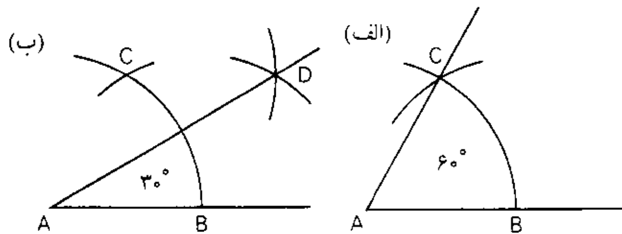
۱. زاویهٔ **تند یا حادّه** ـ زاویهٔ کمتر از °۹۰؛
۲. زاویهٔ **راست یا قائمه** ـ زاویهٔ °۹۰؛
۳. زاویهٔ **باز یا منفرجه** ـ زاویهٔ بین °۹۰ و °۱۸۰؛
۴. زاویهٔ **مقعر** ـ زاویهٔ بین °۱۸۰ و °۳۶۰.

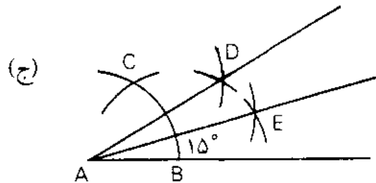
برای رسم نیمساز زاویه (شکل ۹ـ۳۴):

۱. زاویهٔ مفروض را رسم کنید (ABC)
۲. به مرکز رأس (A) و هر شعاع دلخواه، کمانی رسم کنید تا دو ضلع AB و AC را به ترتیب در نقاط D و E قطع کند.
۳. به مرکزهای D و E و همان شعاع یا هر شعاع دیگری که از نصف DE کمتر نباشد، دو کمان رسم کنید تا یکدیگر را در نقطهٔ F قطع کنند.
۴. خط AF نیمساز زاویهٔ ABC است.

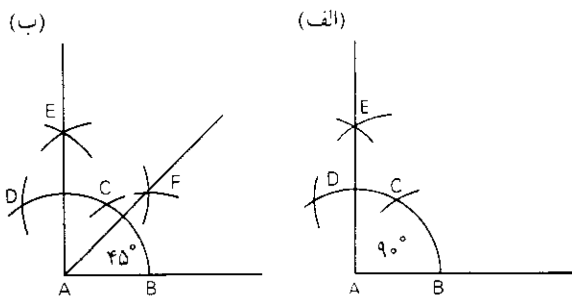
برای ترسیم زوایای °۶۰، °۳۰ و °۱۵ (شکل ۹ـ۳۵):

۱. خطی به طول مناسب رسم کنید و یک سر آن را A بنامید.
۲. به مرکز A و به شعاع دلخواه، کمانی ترسیم کنید تا خط مستقیم را در B قطع کند.
۳. به مرکز B و همان شعاع، کمان دیگری ترسیم کنید تا کمان اول را در نقطهٔ C قطع کند.
۴. نقاط A و C را به هم متصل کنید تا ضلع دوم زاویه °۶۰ به دست آید.
۵. نیمساز زاویهٔ °۶۰ را ترسیم کنید تا زاویهٔ °۳۰ به دست آید.
۶. نیمساز زاویهٔ °۳۰ را رسم کنید تا زاویهٔ °۱۵ به دست آید.





شکل ۹ـ۳۵ نحوهٔ ترسیم زوایای: الف) °۶۰؛ ب) °۳۰؛ ج) °۱۵.



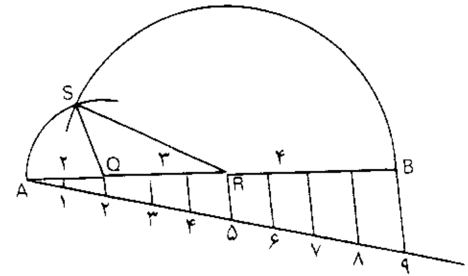
شکل ۹ـ۳۶ نحوهٔ ترسیم زوایای: الف) °۹۰؛ ب) °۴۵.

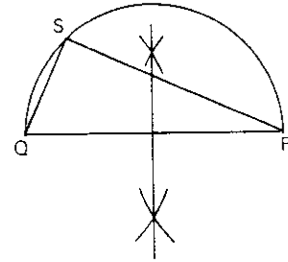
ترسیم زوایای °۹۰ و °۴۵ (شکل ۹ـ۳۶):

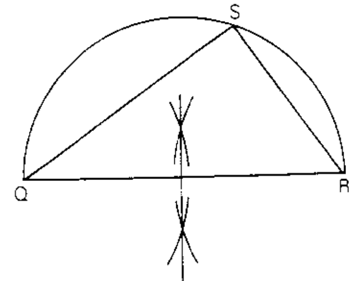
۱. خطی به طول مناسب رسم کنید و یک سر آن را A بنامید.
۲. به مرکز A و شعاع دلخواه کمانی ترسیم کنید تا این خط را در نقطهٔ B قطع کند.
۳. به مرکز B و همان شعاع، کمانی رسم کنید تا کمان اول را در نقطهٔ D قطع کند.
۴. به مرکز C و همان شعاع، کمان دیگری رسم کنید تا کمان اول را در نقطهٔ D قطع کند.
۵. به مرکزهای C و D، دو کمان قاطع در نقطهٔ E ترسیم کنید.
۶. خط AC را رسم کنید تا زاویهٔ مورد نظر به دست آید.
۷. نیمساز زاویهٔ °۹۰ را رسم کنید تا زاویهٔ °۴۵ به دست آید.

ترسیم مثلثی که محیط و نسبت اضلاع آن مفروض است (شکل ۹ـ۳۷ الف):

۱. خط مستقیم AB را طوری رسم کنید که طول آن با محیط







شکل ۹ـ۳۷ نحوهٔ ترسیم مثلث: الف) محیط و نسبت اضلاع مفروض است. ب) وتر و یک ضلع مثلث مفروض است. ج) وتر و یک زاویهٔ تند مفروض است.

مثلث مفروض برابر باشد.

۲. این خط را به نسبت مفروض تقسیم کنید (در این مثال ۴:۳:۲).

۳. دو سر نسبت میانی را نشانه‌گذاری کنید و آنها را Q و R بنامید.

۴. به مرکز R و شعاعی معادل با نسبت اول، کمانی ترسیم کنید.

۵. به مرکز Q و شعاعی معادل با نسبت سوم، کمان دیگری ترسیم کنید تا کمان اول را در نقطهٔ S قطع کند.

۶. خطوط QS و RS را ترسیم کنید تا مثلث مورد نظر حاصل شود.

ترسیم مثلثی که وتر و یک ضلع آن مفروض است (شکل ۹ـ۳۷ ب):

۱. وتر مفروض QR را ترسیم کنید.

۲. نیمدایره‌ای روی وتر رسم کنید.

۳. به مرکز و شعاعی معادل با طول مفروض، کمانی رسم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.

۴. خطوط QS و RS را رسم کنید تا مثلث مورد نظر به دست آید.

زاویهٔ QSR قائمه است.

ترسیم مثلثی که وتر و یک زاویهٔ تند آن مفروض است:

۱. وتر QR را رسم کنید.

۲. نیمدایره‌ای روی وتر ترسیم کنید.

۳. زاویهٔ مفروض را، به رأس R ، ترسیم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.

۴. خط QS را بکشید تا مثلث کامل شود.

زاویهٔ QSR قائمه است.

سطوح قطعات غالباً از خطوط و کمانها تشکیل می‌شود. بنابراین باید با نحوهٔ اتصال خط به کمان، از طریق ترسیم هندسی، آشنا شوید.

ترسیم کمان مماس بر دو خط راست مفروض (شکل ۹ـ۳۸ الف):

۱. خطوط راست مفروض را رسم کنید.

۲. خطوطی موازی با خطوط راست مفروض، در فاصله‌ای معادل با شعاع کمان مفروض رسم کنید.

۳. نقطهٔ برخورد خطوط اخیر، مرکز کمان مورد نظر است.

۴. کمان را ترسیم کنید تا خطوط مفروض را به هم متصل کند.

۵. خطوطی که از مرکز کمان، عمود بر خطوط مفروض رسم شوند، نقاط تماس را نشان می‌دهند.

ترسیم کمانی برای اتصال دو خط راست مفروض با زاویهٔ قائمه (شکل ۹ـ۳۸ ب):

۱. خطوط مفروض را رسم کنید.
۲. از سرهای این دو خط، دو کمان به شعاعی معادل با شعاع کمان مفروض رسم کنید تا در نقطهٔ O یکدیگر را قطع کنند.
۳. به مرکز O و همان شعاع، کمانی رسم کنید تا دو خط را به هم متصل کند.

ترسیم کمانی مماس بر خط راست مفروض و گذرنده از نقطه‌ای مفروض (۹ـ۳۸ ج):

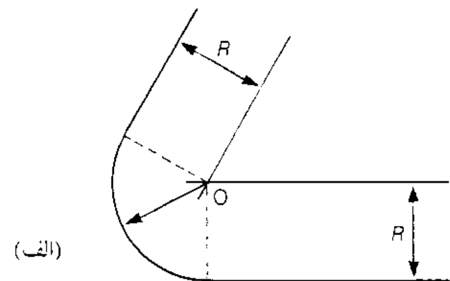
۱. خط راست مفروض را بکشید و نقطهٔ مفروض Q را مشخص کنید.
۲. خطی به موازات خط راست مفروض، در فاصله‌ای معادل با شعاع کمان مفروض، R، ترسیم کنید.
۳. به مرکز Q و شعاع R، کمانی رسم کنید تا خط موازی را در نقطهٔ O قطع کند.
۴. به مرکز O، کمان مورد نظر را ترسیم کنید.

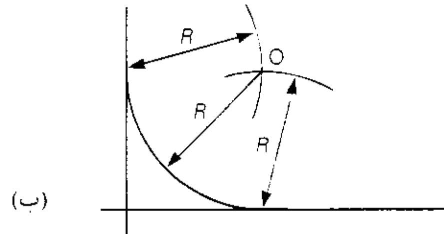
ترسیم کمانی که از دو نقطهٔ مفروض می‌گذرد (شکل ۹ـ۳۸ د):

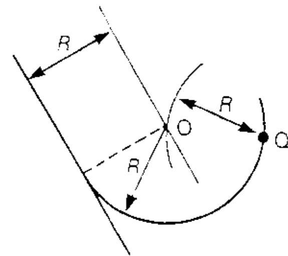
۱. نقاط مفروض Q و T را مشخص کنید.
۲. به مرکزهای Q و T و شعاع مفروض کمان، دو کمان رسم کنید تا یکدیگر را در O قطع کنند.
۳. به مرکز O و شعاع مفروض کمان، کمان مورد نظر را رسم کنید.

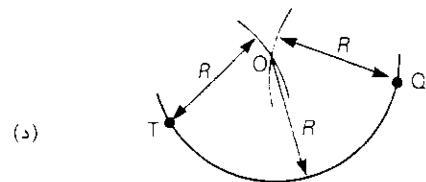
ترسیم کمانی که از سه نقطهٔ مفروض می‌گذرد (شکل ۹ـ۳۸ هـ):

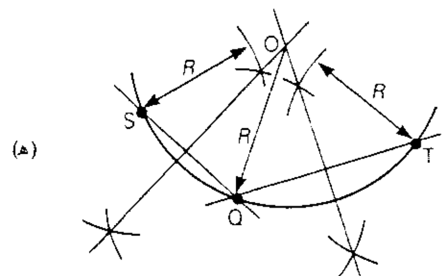
۱. نقاط مفروض S، Q و T را مشخص کنید.
۲. این نقاط را با دو خط راست QS و QT به هم متصل کنید.
۳. عمودمنصف خطوط QS و QT را رسم کنید.
۴. این عمودمنصفها را امتداد دهید تا یکدیگر را در نقطهٔ O











شکل ۹ـ۳۸ نحوهٔ اتصال خط به کمان: الف) کمانی که دو خط راست متقاطع را به هم متصل می‌کند؛ ب) کمانی که دو خط راست عمود بر هم را به هم متصل می‌کند؛ ج) کمانی که دو خط راست و نقطه‌ای مفروض را به هم متصل می‌کند؛ (د) کمان گذرا از دو نقطهٔ مفروض؛ هـ) کمان گذرا از سه نقطهٔ مفروض.

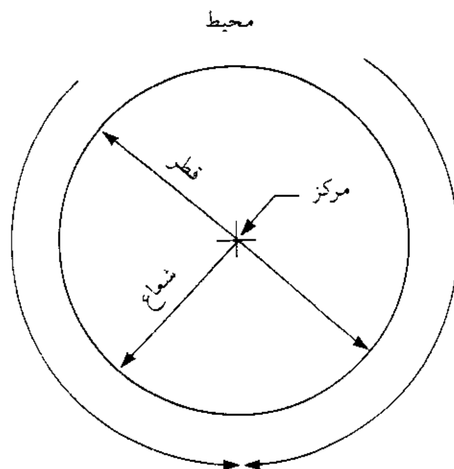
قطع کنند.

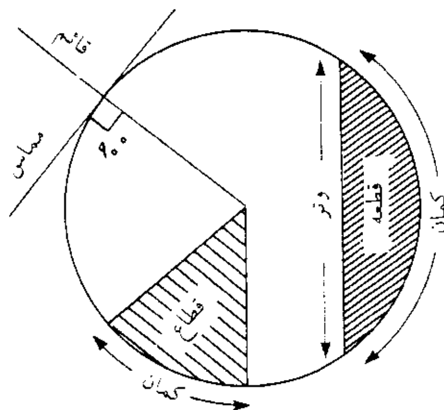
۵. به‌مرکز O و شعاع مفروض،کمان مورد نظر را ترسیم کنید.

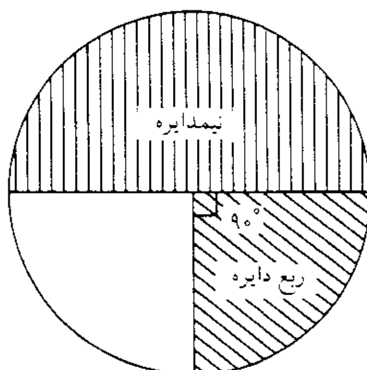
دایره‌ها و مماسها

دایره مکان هندسی نقطه‌ای است که به فاصله‌ای ثابت، حول نقطه‌ای ثابت می‌چرخد. دایره بخشهای مختلفی به شرح زیر دارد (شکل ۹ـ۳۹).

۱. **محیط** کل فاصله‌ای است که روی دایره پیموده می‌شود.
۲. **مرکز** نقطه‌ای است واقع در وسط دایره.
۳. **قطر** خط راستی است که از مرکز دایره می‌گذرد و دو نقطه روی محیط دایره را به هم متصل می‌کند. نسبت محیط دایره به قطر آن ثابت است. این نسبت را با حرف یونانی π (پی) نشان می‌دهند. مقدار π تقریباً برابر است با ۳٫۱۴۱۵۹.
۴. **شعاع** خط راستی است که از مرکز دایره به محیط آن رسم می‌شود. طول شعاع نصف قطر است.
۵. **وتر** هر خط راستی به غیر از قطر است که دو نقطه از محیط دایره را به هم متصل کند.
۶. **قطعه** سطحی از دایره است که بین یک وتر و یک کمان محصور شده است.
۷. **قطاع** سطحی از دایره است که بین دو شعاع و یک کمان محصور شده است.
۸. **کمان** بخشی از محیط دایره است که بین دو سر یک وتر یا قطاع قرار دارد.
۹. **نیمدایره** بخشی از دایره است که بین یک قطر و یک کمان محصور شده است.
۱۰. **ربع دایره** بخشی از دایره است که بین دو شعاع عمود بر هم و یک کمان محصور شده است. ربع دایره معادل یک چهارم دایره است.
۱۱. **مماس** خط راستی است که فقط در یک نقطه روی محیط دایره، با آن برخورد می‌کند.
۱۲. **قائم** خط راستی است که از مرکز دایره می‌گذرد و بر مماس بر دایره عمود است.



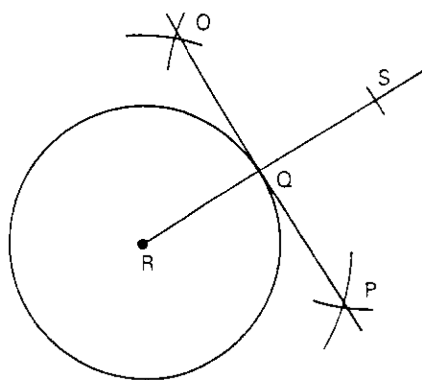


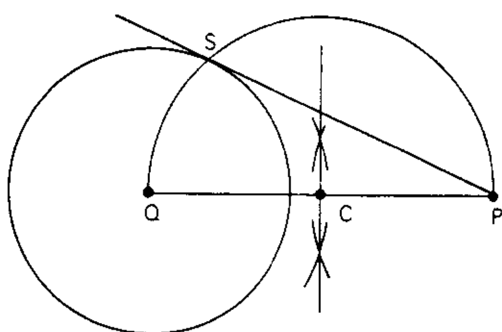


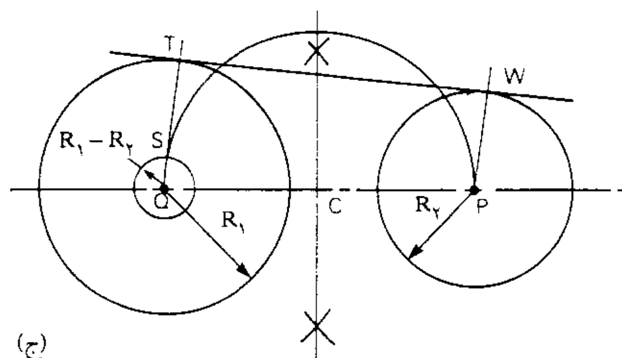
شکل ۹ـ۳۹ بخشهای مختلف یک دایره.

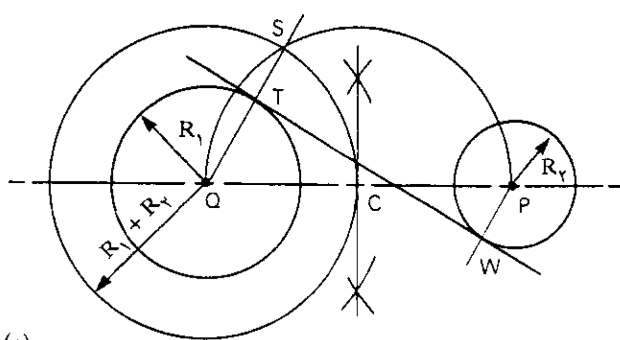
ترسیم مماس بر نقطه‌ای روی محیط دایره (شکل ۹ـ۴۰ الف):

۱. دایرهٔ مفروض را ترسیم و نقطهٔ مفروض Q را روی آن مشخص کنید.
۲. خط راستی ترسیم کنید که از مرکز دایره، R، و نقطهٔ مفروض Q بگذرد.









شکل ۹ـ۴۰ نحوهٔ ترسیم مماسها: الف) مماس بر نقطه‌ای روی دایره؛ ب) مماس بر دایره از نقطه‌ای بیرون از دایره؛ ج) مماس خارج؛ د) مماس داخل.

۳. به مرکز Q و شعاع دایره، کمانی رسم کنید تا امتداد خط راست RQ را در نقطهٔ S قطع کند.

۴. به مرکزهای S و R، دو کمان در هر طرف خط QS رسم کنید تا یکدیگر را در نقاط O و P قطع کنند.

۵. نقطه‌های O و P را به هم متصل کنید تا مماس مورد نظر حاصل شود. خط RS قائم است.

ترسیم مماس بر دایره از نقطهٔ P، واقع در بیرون دایره (شکل ۹ـ۴۰ ب):

۱. دایرهٔ مفروض را رسم و نقطهٔ مفروض P را روی آن مشخص کنید.

۲. نقطهٔ مفروض P را به مرکز دایره، Q، متصل کنید.

۳. عمودمنصف خط PQ را رسم کنید تا نقطهٔ C حاصل شود.

۴. به مرکز C، نیمدایره‌ای روی PQ رسم کنید تا دایره را در C قطع کند.

۵. از P به S خطی رسم کنید. این خط مماس مورد نظر است. خطی که از Q به S ترسیم شود قائم برمماس است.

ترسیم مماس خارج بر دو دایره (شکل ۹ـ۴۰ ج):

۱. دایره‌های مفروض را به شعاعهای R_1 و R_2 ترسیم کنید.

۲. دو مرکز P و Q را با خطی راست به هم متصل کنید.

۳. عمودمنصف خط QP را بکشید و نیمدایره‌ای روی آن ترسیم کنید.

۴. به مرکز دایرهٔ بزرگتر، دایرهٔ سومی به شعاع $R_1 - R_2$ رسم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.

۵. خط QS را رسم کنید و آن را امتداد دهید تا دایرهٔ بزرگتر را در T قطع کند.

۶. خطی از مرکز P به موازات QT رسم کنید تا دایره را در نقطهٔ W قطع کند.

۷. خطی که از نقاط T و W بگذرد، مماس مورد نظر است.

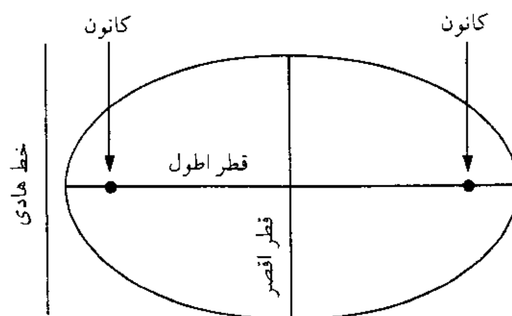
ترسیم مماس داخل بر دو دایره (شکل ۹ـ۴۰ د):

۱. دو دایرهٔ مفروض را به شعاعهای R_1 و R_2 ترسیم کنید.
۲. مرکزهای دو دایره، Q و P ، را به هم متصل کنید.
۳. عمودمنصف QP را رسم کنید و نیمدایره‌ای روی آن بکشید.
۴. به مرکز دایرهٔ بزرگتر، دایرهٔ سومی به شعاع $R_1 + R_2$ رسم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.
۵. خط QS را رسم کنید تا دایرهٔ اول (R_1) را در T قطع کند.
۶. خطی از P به موازات QS رسم کنید تا دایره را در نقطهٔ W قطع کند.
۷. خطی که از نقاط T و W بگذرد، مماس مورد نظر است.

بیضی و ترسیم آن

بیضی مکان هندسی نقطه‌ای است که چنان حرکت می‌کند که مجموع فواصل آن از دو نقطهٔ ثابت، به نام **کانونهای بیضی،** همواره مقداری ثابت و معادل با نصف قطر اطول (بزرگتر) بیضی است. بیضی بخشهای مختلفی به شرح زیر دارد (شکل ۹ـ۴۱).

۱. **قطر اطول** طولانیترین قطر بیضی است.
۲. **قطر اقصر** کوتاهترین قطر بیضی است.
۳. **کانونهای بیضی** دو نقطهٔ ثابت واقع بر قطر اطول‌اند که فاصلهٔ آنها تا سرهای قطر اطول، معادل نصف فاصلهٔ قطر اطول تا سرهای قطر اقصر است.
۴. **خط هادی** بیضی خط راست ثابتی است که در یک طرف بیضی واقع و بر قطر اطول آن عمود است و نسبت ثابتی کوچکتر از ۱ با کانون بیضی تشکیل می‌دهد.



شکل ۹ـ۴۱ بخشهای مختلف بیضی.

ترسیم بیضی با استفاده از **روش دایره‌های هم‌مرکز** (شکل ۹ـ۴۲ الف):

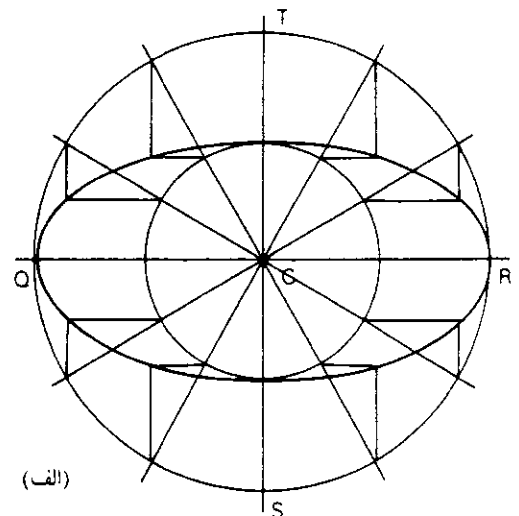
۱. قطرهای اطول و اقصر را رسم کنید.
۲. دو دایره ترسیم کنید که قطرهای اطول و اقصر، قطرهای آنها باشند.
۳. دایرهٔ بزرگتر را به بخشهای مساوی (در این مثال ۱۲ بخش) تقسیم کنید و خطوط شعاعی گذرنده از مرکز و دایرهٔ کوچکتر را بکشید.

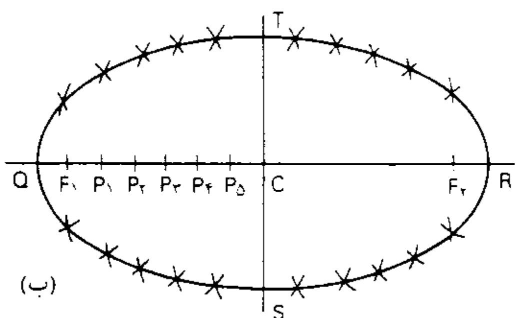
هرچه تعداد تقسیمات بیشتر باشد، بیضی هموارتر می‌شود.

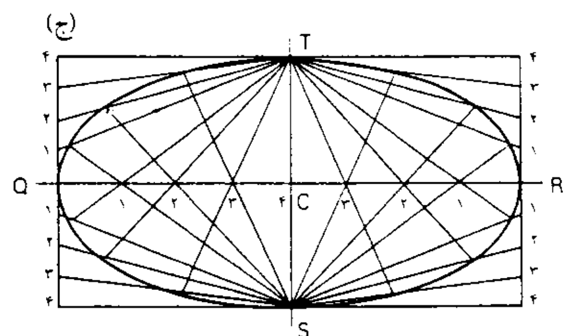
۴. از نقاط برخورد خطوط شعاعی و دایرهٔ کوچکتر، خطوط افقی ترسیم کنید.
۵. از نقاط برخورد خطوط شعاعی و دایرهٔ بزرگتر، خطوط عمودی ترسیم کنید.
۶. نقاط برخورد خطوط عمودی و افقی، روی بیضی واقع‌اند.
۷. با دست منحنی همواری رسم کنید که از این نقاط بگذرد.

ترسیم بیضی با استفاده از **روش کانونها** (شکل ۹ـ۴۲ ب):

۱. قطرهای اطول و اقصر را ترسیم کنید.
۲. به شعاعی معادل با نصف قطر اطول و مراکز T و S (دو سر قطر اقصر)، کمانهایی رسم کنید تا قطر اطول را در نقاط F_1 و F_2 قطع کنند.
۳. روی قطر اطول چند نقطه (P_1، P_2 و...) بین یکی از کانونها و مرکز C انتخاب کنید.
۴. QP_1 را شعاع و کانونهای F_1 و F_2 را مرکز بگیرید و در هر طرف قطر اطول کمانی ترسیم کنید.
۵. RP_1 را شعاع بگیرید و به مرکزهای F_1 و F_2 کمانهایی رسم کنید تا کمانهای قبلی را قطع کنند.
۶. این فرایند را با P_2، P_3، P_4 و P_5 تکرار کنید، تا نقاط بیشتری از بیضی به دست آید.
۷. این نقاط را، با منحنی همواری، به هم متصل کنید.







شکل ۹ـ۴۲ ترسیم بیضی: الف) روش دایره‌های هم‌مرکز؛ ب) روش کانونها؛ ج) روش مستطیل.

ترسیم بیضی با استفاده از **روش مستطیل** (شکل ۹-۴۲ج):

۱. قطرهای اطول و اقصر را رسم کنید.
۲. مستطیلی رسم کنید که اضلاع آن از دو سر قطرهای اطول و اقصر بگذرند.
۳. نصف قطر اطول، QC را به بخشهای مساوی تقسیم کنید.
۴. این تقسیمات را به نیمهٔ دیگر قطر اطول انتقال دهید.
۵. هر نیمه از عرض مستطیل را به همین تعداد بخش مساوی تقسیم کنید.
۶. از نقطهٔ T، خطوطی به هریک از نقاط (۱، ۲، ۳) روی ضلع مستطیل بکشید.
۷. از نقطهٔ S، خطوطی به هریک از نقاط ۱، ۲، ۳ روی QC بکشید تا خطوط متناظر رسم شده از نقطهٔ T را قطع کند (یعنی T_1 باید S_1 را قطع کند تا نقطه‌ای از بیضی به دست آید).
۸. مراحل ۶ و ۷ را در هر سه ربع دیگر مستطیل تکرار کنید.
۹. منحنی هموراری رسم کنید که از نقاط به دست آمده بگذرد.

شکلهای سادهٔ فضایی

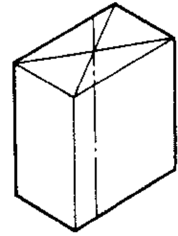
> شکلهای سادهٔ فضایی را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: **با اضلاع موازی و با اضلاع شعاعی**.

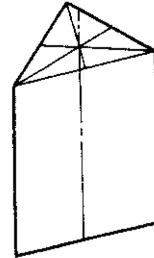
شکلهای فضایی که اضلاع یا مولدهای موازی دارند و سطح مقطع آنها در طول محورشان ثابت‌است، **منشور** نامیده می‌شوند (شکل ۹-۴۳). محور منشور خط راستی است که **مرکزوارهای** دو قاعدهٔ منشور را به هم متصل می‌کند. استوانه جزء این دسته است، با این تفاوت که مقطع دایره‌ای دارد.

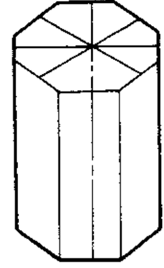
هرمها (شکل ۹-۴۴) اشکالی فضایی هستند که اضلاع آنها به سمت یک نقطه میل می‌کند، اما قاعدهٔ آنها مانند قاعدهٔ منشورها، چندضلعی منتظم است. هرم مولد شعاعی دارد. محور هرم خط راستی است که مرکزوار قاعده را به رأس آن متصل می‌کند. مخروط، که قاعدهٔ دایره‌ای دارد، جزء هرمهاست.

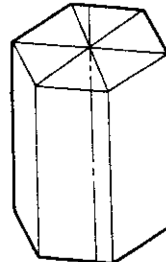
برای توصیف خواص منشورها و هرمها از اصطلاحات زیر استفاده می‌شود:

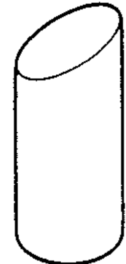
۱. **منتظم:** منشورها و هرمهایی که قاعده یا سطح مقطع آنها یک شکل هندسی منتظم باشد (مانند مربع، شش‌ضلعی، هشت‌ضلعی).

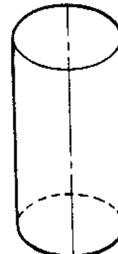

منشور مربع‌القاعده


منشور مثلث‌القاعده

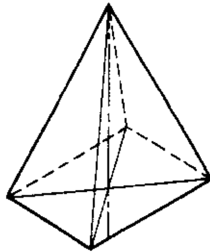

منشور با قاعدهٔ هشت‌ضلعی

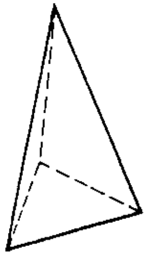

منشور مسدس‌القاعده

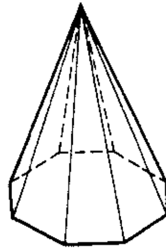

استوانهٔ بریده

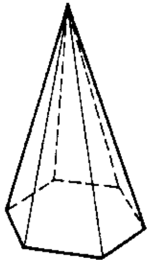

استوانه

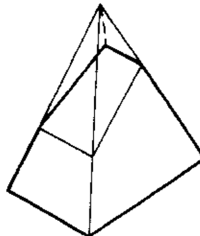
شکل ۹ـ۴۳ منشورها.

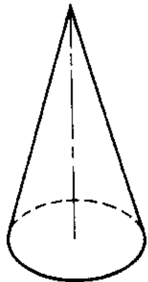

هرم مربع‌القاعده


هرم مثلث‌القاعده


هرم با قاعدهٔ هشت‌ضلعی


هرم مسدس القاعده


هرم ناقص (بریده)
مربع القاعده


مخروط

شکل ۹ـ۴۴ هرمها.

۲. **قائم:** منشورها و هرمهایی که قاعدهٔ آنها بر محور اصلی عمود است (مثلاً مربع، شش‌ضلعی، هشت‌ضلعی).
۳. **مایل:** منشورها و هرمهایی که محور آنها زاویه‌ای غیر قائمه با قاعده می‌سازد.
۴. **بریده:** منشورها و هرمهایی که ارتفاع آنها به وسیلهٔ صفحه‌ای که با محور اصلی زاویه‌ای (معمولاً °۳۰، °۴۵، °۶۰ یا °۹۰) می‌سازد، بریده شده است. نمای یک شکل فضایی بریده را معمولاً هاشور نمی‌زنند.
۵. **برش‌خورده:** بخش توپر یا سطحی از منشور یا هرم بریده شده. نمای شکلهای فضایی برش‌خورده را همیشه هاشور می‌زنند.

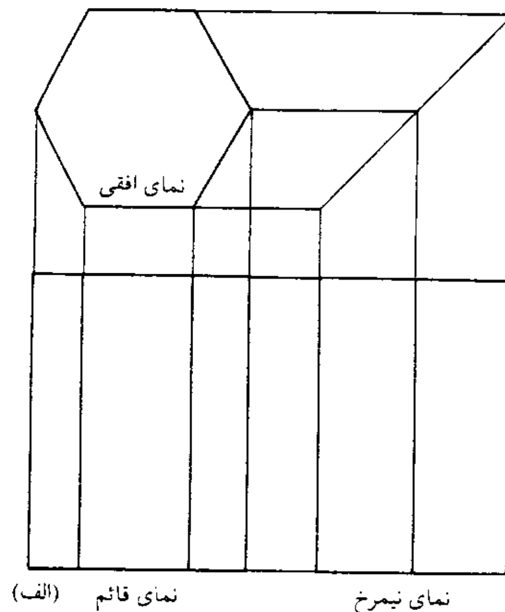
برای تصویر کردن هرم، اصول معمول برای نقشه‌کشی مهندسی استاندارد را به کار بگیرید.

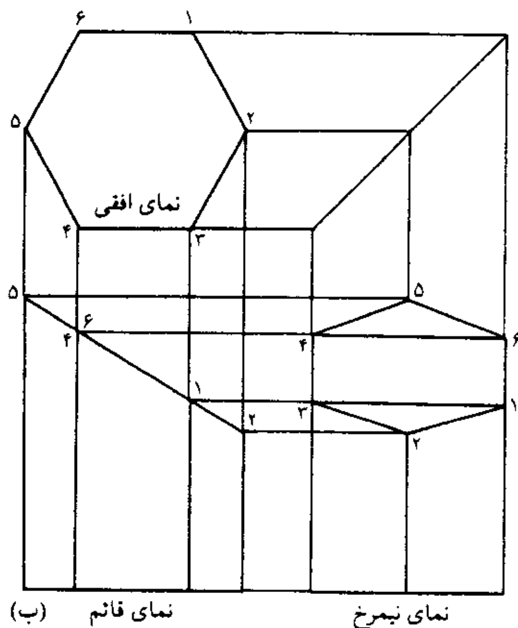
ترسیم منشور و هرم (شکل ۹ـ۴۵):

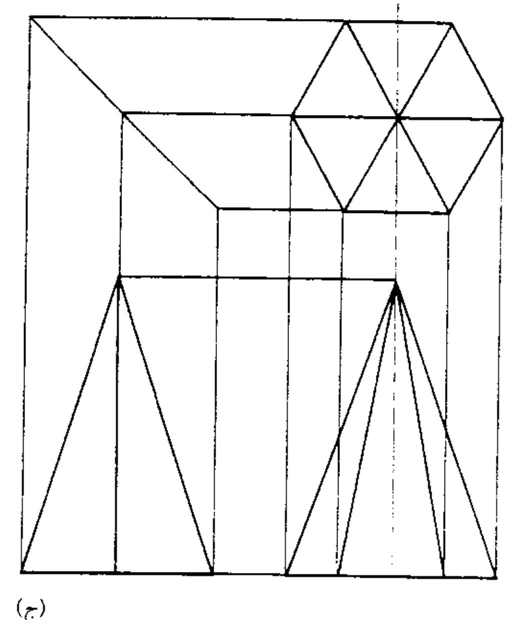
۱. نمای مفروض را ترسیم کنید.
۲. نماهای افقی و نیمرخ (برش قائم) را با خطوط کمرنگ تصویر کنید.
۳. برای ترسیم شکل فضایی بریده، یا برش‌خورده، نقاطی از صفحهٔ مقطع یا سطح برش را روی دو نمای دیگر تصویر کنید تا نماهای نیمرخ، روبه‌رو یا افقی برش خورده، هر کدام که لازم باشد، کامل شود.

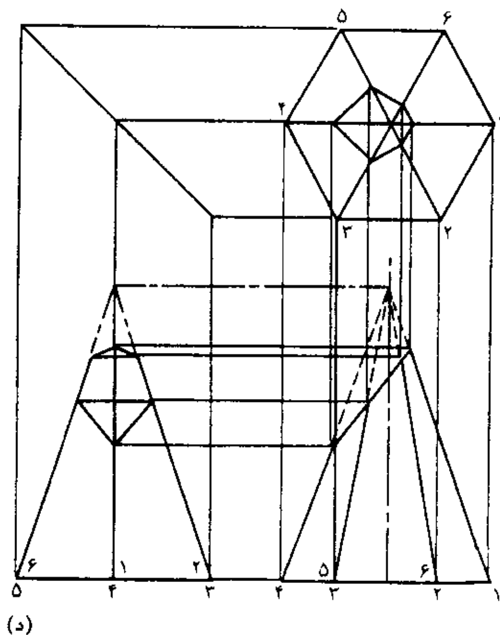
ترسیم استوانه و مخروط (شکل ۹ـ۴۶):

۱. تصویر قائم نماهای مفروض را ترسیم کنید.
۲. نمای افقی (محیط) را به چند بخش مساوی (معمولاً ۱۲ بخش) گذرنده از مرکز تقسیم کنید. نقاط را از ۱ تا ۱۲









شکل ۹ـ۴۵ تصویرهای قائم: الف) منشور مسدس‌القاعده؛ ب) منشور مسدس‌القاعدهٔ بریده؛ ج) هرم مسدس‌القاعده؛ د) هرم مسدس‌القاعدهٔ بریده یا ناقص.

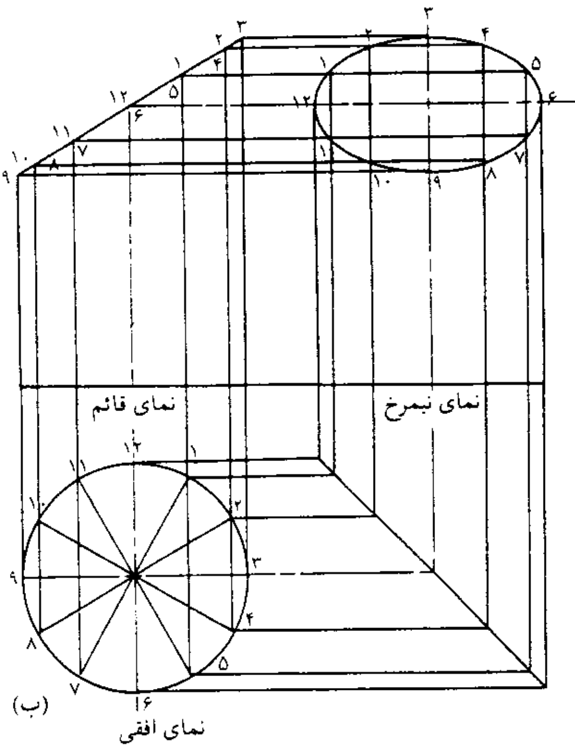
شماره‌گذاری کنید.

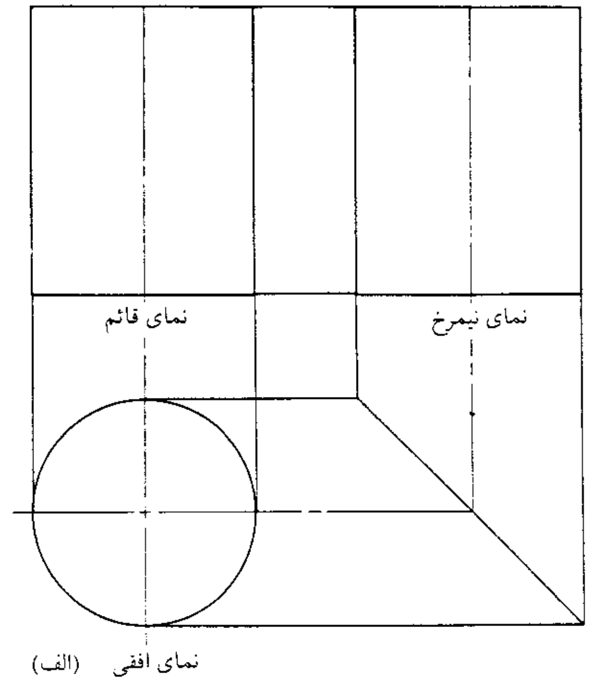
۳. این نقاط را روی خطوط قاعدهٔ نماهای روبه‌رو و نیمرخ تصویر کنید و مولدها را بکشید.

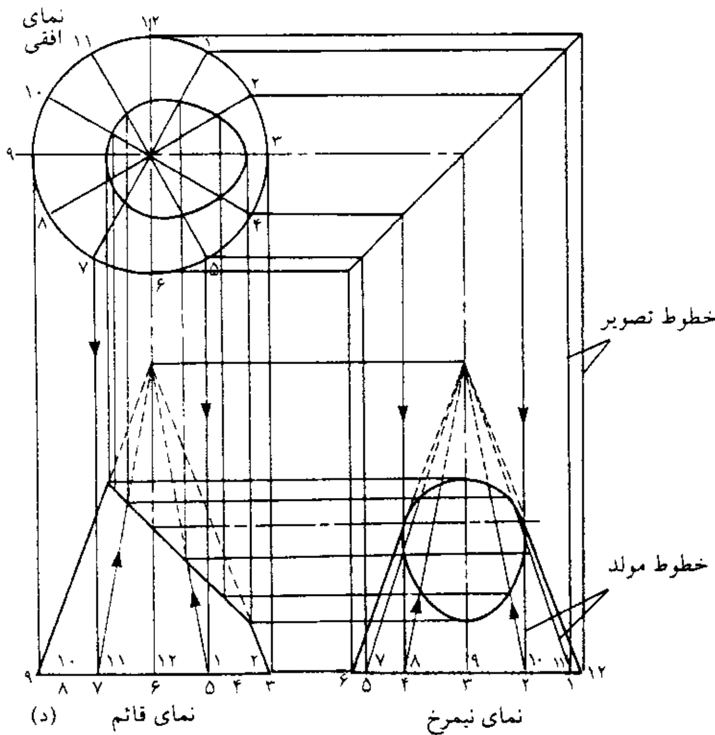
۴. برای ترسیم نمای بریده یا برش‌خورده، باید تقاطع مولد و صفحهٔ قاطع یا سطح برش را روی نماهای مورد نظر تصویر کنید.

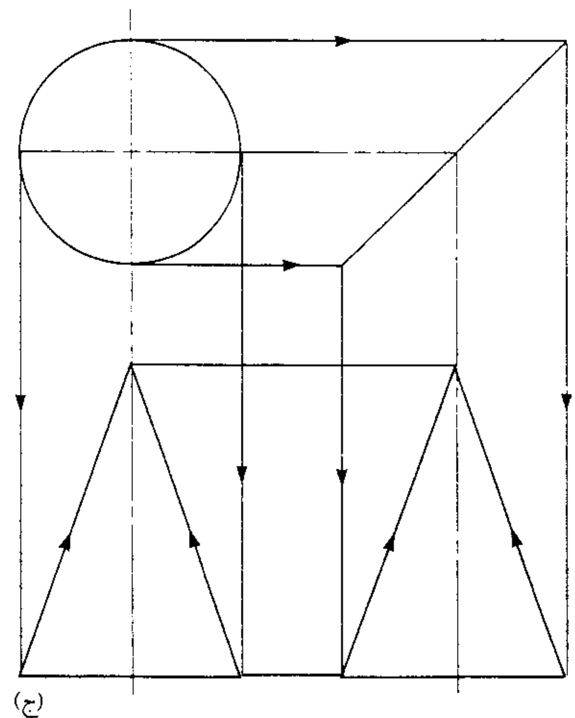
۵. تقاطع خطوط تصویر نماهای روبه‌رو و نیمرخ، نقطه‌ای

گسترش سطح فرایند تهیهٔ الگو روی ورق است که با تازنی یا غلتک‌کاری آن را به شکل مورد نظر درمی‌آورند. این فرایند در صنعت کاربردهای مهمی دارد و در ساخت بسیاری از قطعات از ورق، به کار می‌آید.









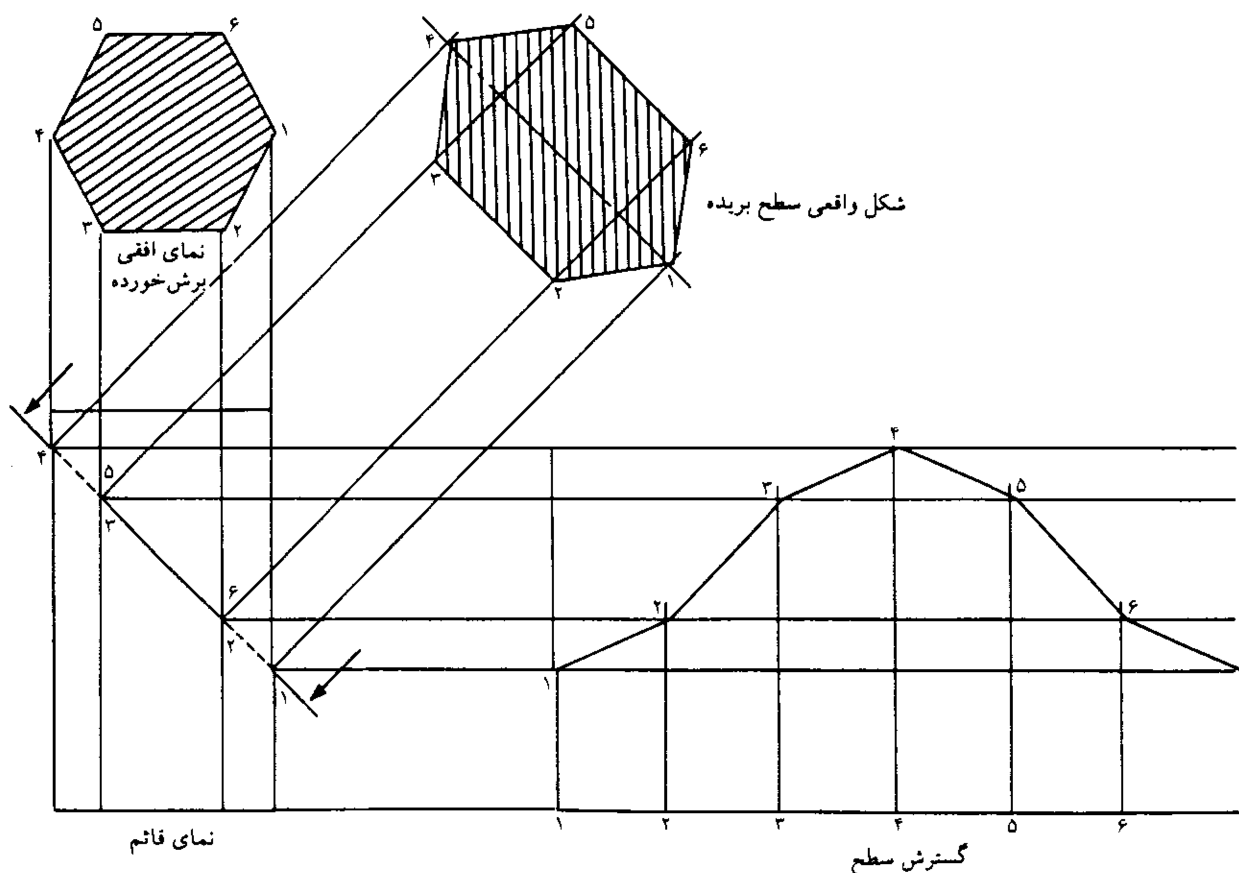
شکل ۹ـ۴۶ تصویرهای قائم: الف) استوانه؛ ب) استوانهٔ بریده؛ ج) مخروط؛ د) مخروط بریده یا ناقص.

روی سطح برش نمای نیمرخ را به دست می‌دهد.

۶. منحنی همواری ترسیم کنید که از این نقاط بگذرد.

۷. اگر نمای حاصل برش خورده است، خطوط موازی روی سطح رسم کنید (سطح را هاشور بزنید).

روش خطوط موازی برای گسترش سطح آن دسته از شکلهای فضایی، مانند منشور و استوانه، به کار می‌رود که مولدهای موازی دارند. این روش شامل ترسیم یک رشته خط موازی و عمود بر محور اصلی منشور یا استوانه است.



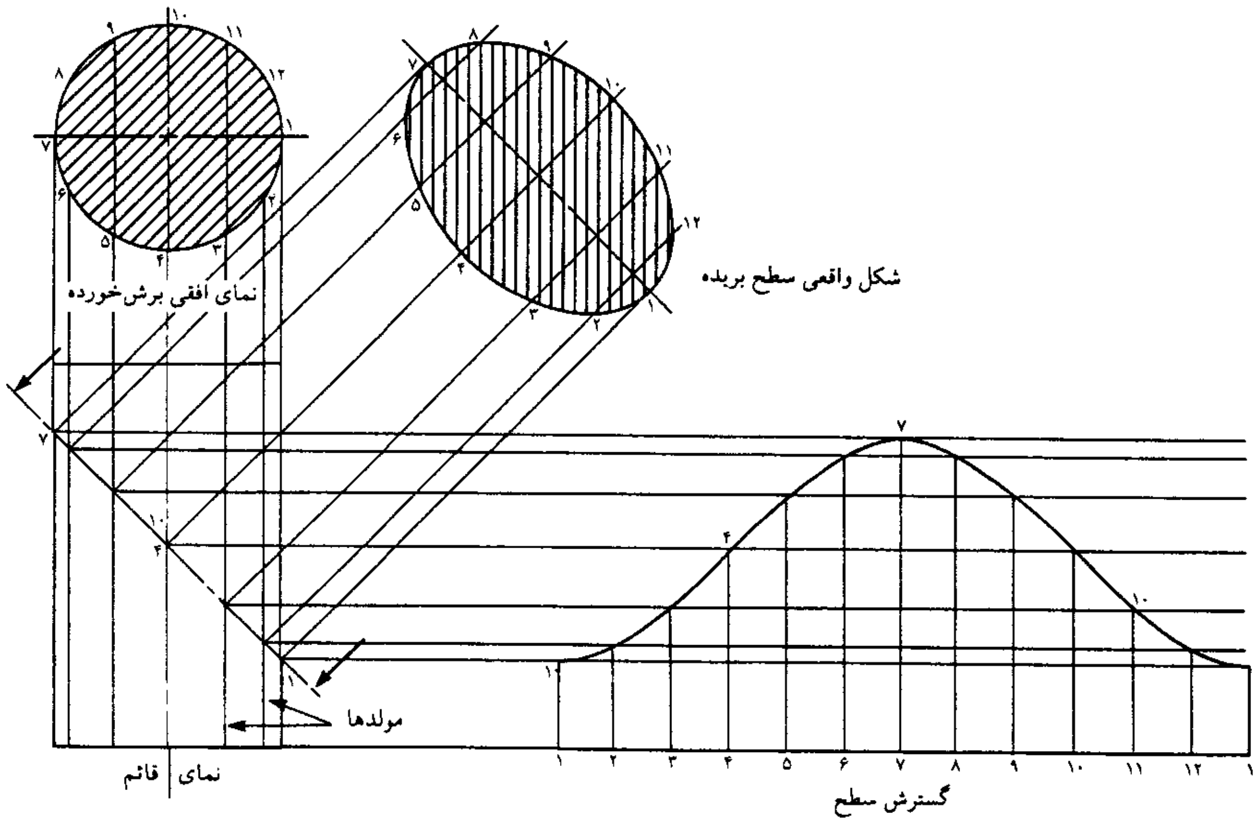
شکل ۹ـ۴۷ مقاطع و گسترش منشور شش‌ضلعی.

گسترش منشور (شکل ۹ـ۴۷):

۱. نماهای قائم مفروض را رسم کنید.
۲. خط قاعده را امتداد دهید یا تصویر کنید و محیط را، با استفاده از طولهای واقعی اضلاع، از روی نمای افقی، نشانه‌گذاری کنید.
۳. خطوطی عمودی از هر نقطهٔ روی محیط ترسیم کنید.
۴. خط بالایی را به موازات قاعده تصویر کنید تا این خطوط عمودی را قطع کند و گستردهٔ مورد نیاز به دست آید.
۵. وقتی منشور بریده یا برش خورده است، خطوط را از سطح بریده یا صفحهٔ برش، به موازات قاعده، ترسیم کنید تا خطوط عمودی را قطع کنند.
۶. نقاط تقاطع را به دست آورید و آنها را با خطوط راست به هم متصل کنید.

گسترش استوانه (شکل ۹ـ۴۸):

۱. نماهای قائم مفروض را ترسیم کنید.
۲. نمای افقی را به چند بخش مساوی، مثلاً ۱۲ بخش، تقسیم کنید.
۳. خط قاعده را تصویر کنید و محیط آن را، از طریق ۱۲ مرتبه جدا کردن یکی از تقسیمات، نشانه‌گذاری کنید.
۴. خط بالایی را تصویر کنید تا خط عمودی ترسیم شده از آخرین نقطهٔ گسترش مورد نیاز را، وقتی استوانه بریده نشده است، قطع کند.
۵. وقتی استوانه بریده یا برش خورده است، نقاط روی نمای افقی را در امتداد عمودی تصویر کنید تا سطح بریده یا صفحهٔ برش را قطع کنند. نقاط تقاطع را متناظر با نقاط روی نمای افقی شماره‌گذاری کنید.
۶. هر نقطه از سطح بریده یا صفحهٔ برش را، به موازات خط مبنا، تصویر کنید.
۷. مولدها را از محیط (امتداد خط مبنا) در امتداد عمودی ترسیم کنید تا خطوط موازی کشیده شده از سطح



شکل ۹ـ۴۸ مقاطع و گسترش استوانه.

بریده/ صفحهٔ برش را قطع کنند.

۸. نقاط تقاطع متناظر مولدها و خطوط موازی را ترسیم کنید.

۹. منحنی همواری رسم کنید که از این نقاط بگذرد تا گسترش مورد نظر حاصل شود.

از روش **خطوط شعاعی** بیشتر برای گسترش هرم و مخروط استفاده می‌شود که مولدهای شعاعی دارند. در مورد اضلاع مایل فقط باید از طول واقعی آنها استفاده کنید. اگر ضلعی با طول واقعی خودش داده نشده باشد، برای گسترش باید طول واقعی آن را پیدا کنید.

گسترش هرم (شکل ۹ـ۴۹):

۱. نماهای مفروض روبه‌رو و افقی را ترسیم کنید.

۲. طول واقعی ضلع را شعاع بگیرید و کمانی به طول مناسب رسم کنید.

۳. محیط قاعده را روی کمان نشانه‌گذاری کنید؛ طول یک ضلع قاعده را از نمای افقی به دست آورید.

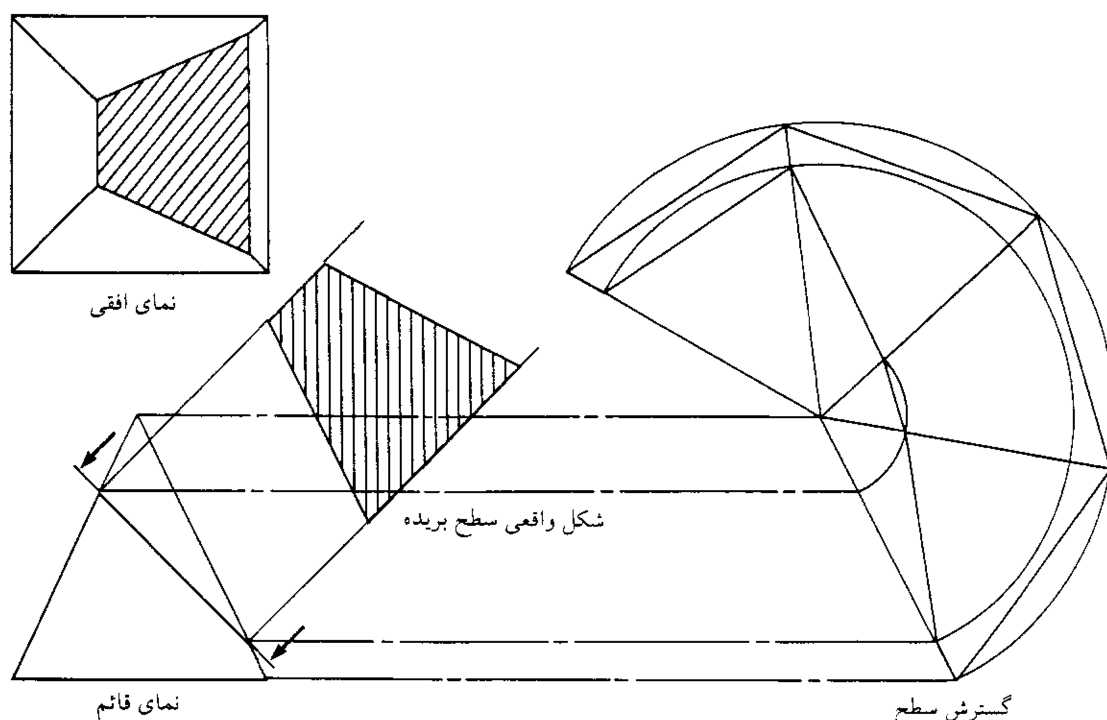
۴. وقتی هرم بریده یا برش‌خورده نیست، نقاط را به مرکز کمان یا رأس متصل کنید.

۵. وقتی هرم بریده یا برش خورده است، گوشه‌های قاعده را از نمای افقی، روی خط مبنای نمای روبه‌رو تصویر کنید و آنها را، متناظر با اعداد روی نمای افقی، شماره‌گذاری کنید.

۶. این نقاط را به رأس متصل کنید تا سطح بریده/ صفحهٔ برش را قطع کنند. نقاط تقاطع را به تناظر شماره‌گذاری کنید.

۷. این نقاط را به موازات خط مبنا تصویر کنید تا خط شعاعی مورد استفاده به عنوان شعاع برای ترسیم کمان پایه را قطع کنند.

۸. از این نقاط تقاطع کمانهایی رسم کنید تا خطوط شعاعی متناظر را قطع کنند. نقاط تقاطع جدید را به تناظر شماره‌گذاری کنید.



شکل ۹ـ۴۹ مقاطع و گسترش هرم با قاعدهٔ مربع.

۹. این نقاط را با خطوط راست به هم متصل کنید تا گسترش مورد نظر حاصل شود.

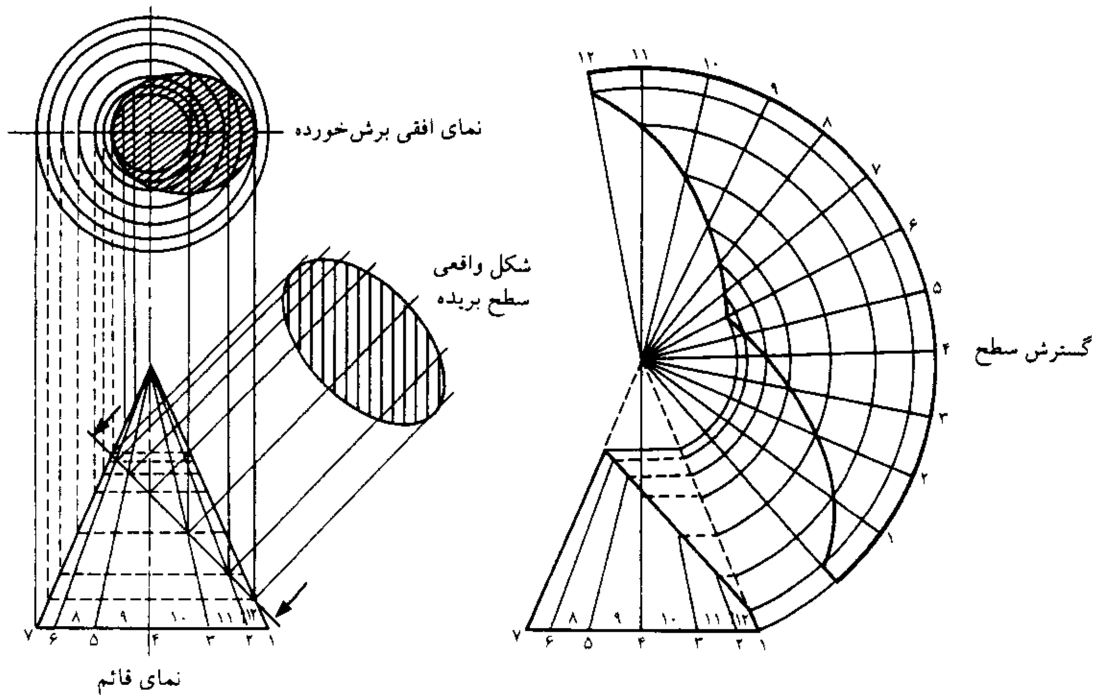
گسترش مخروط (شکل ۹ـ۵۰):

۱. نماهای مفروض روبه‌رو و افقی را ترسیم کنید.
۲. قاعدهٔ مخروط را به، مثلاً، ۱۲ بخش مساوی تقسیم کنید.
۳. طول ضلع را شعاع بگیرید و کمان پایه را ترسیم کنید.
۴. با استفاده از یکی از تقسیمات نمای افقی، کمان پایه را به ۱۲ بخش تقسیم کنید.
۵. آخرین نقطه را به مرکز کمان متصل کنید تا گسترش مورد نظر، وقتی مخروط ناقص یا برش خورده نیست، به دست آید.
۶. وقتی مخروط بریده (ناقص) یا برش خورده است، نقاط روی نمای افقی را باید در امتداد عمودی تصویر کنید تا خط مبنای روی نمای روبه‌رو را قطع کنند؛ نقاط تقاطع را متناظر با نقاط روی نمای افقی شماره‌گذاری کنید.
۷. این نقاط پایه را به رأس متصل کنید و نقاط تقاطع آنها با سطح بریده / صفحهٔ برش را به تناظر شماره‌گذاری کنید.
۸. این نقاط را به موازات خط مبنا تصویر کنید تا خط شعاعی مورد استفاده به عنوان شعاع، برای رسم کمان پایه، را قطع کنند.
۹. از این نقاط کمانهایی ترسیم کنید تا خطوط شعاعی متناظر ترسیم شده از نقاط روی کمان پایه را قطع کنند.
۱۰. این نقاط تقاطع را به تناظر شماره‌گذاری کنید و منحنی هموازی بکشید که از این نقاط بگذرد و گسترش مورد نظر به دست آید.

تصویرهای کمکی

نمای کمکی تصویری روی یک صفحهٔ کمکی موازی با سطحی مایل است. این نمایی است که مستقیماً در امتدادی **عمود** بر سطح مایل دیده می‌شود. از این روش می‌توان برای نشان دادن شکلهای واقعی بسیاری از سطوح مایل، که به روشهای عادی قابل نمایش نیستند، استفاده کرد.

تصویرهای کمکی بر دو نوع‌اند: **برش قائم کمکی**، که از نمای قائم معمولی تصویر می‌شود و **نمای افقی کمکی**، که از برش قائم معمولی تصویر می‌شود. این نماها را **نماهای کمکی اول** می‌نامند. نماهایی که از این نماها تصویر می‌شوند **نماهای کمکی دوم** نام دارند (شکل ۹ـ۵۱).



شکل ۹ـ ۵۰ مقاطع و گسترش مخروط.

برای ترسیم هر نمای کمکی مفروض باید به ترتیب زیر عمل کرد:

۱. نمای روبه‌رو (برش قائم) و نمای افقی معمولی جسم مورد نظر را ترسیم کنید و کنجها یا گوشه‌های آن را با عدد یا حرف مشخص کنید.

۲. در محل مناسبی بین نمای روبه‌رو و صفحهٔ x - y، خط مبنایی ترسیم کنید.

۳. از هر نقطه روی نمای مفروض، خطوطی تصویر کنید که با سطح مایل زاویهٔ قائمه یا زاویه‌ای مفروض بسازند.

۴. خط مبنای دوم $(x_1\text{-}y_1)$ را عمود بر خطوط تصویر شده ترسیم کنید.

۵. فاصله از نخستین خط مبنا تا هر نقطه روی نمای روبه‌رو یا افقی را (طبق قواعدی که در ادامهٔ مطلب شرح داده می‌شوند) اندازه‌گیری کنید و با استفاده از خط مبنای دوم، این اندازه‌ها را به خطوط تصویرشدهٔ متناظر انتقال دهید.

۶. نقاط را طبق شماره به هم متصل کنید تا نمای مورد نظر کامل شود.

قواعد:

۱. وقتی خطوط تصویر کمکی از نمای افقی ترسیم می‌شوند، ابعاد (فواصل) را روی نمای برش قائم اندازه‌گیری کنید.

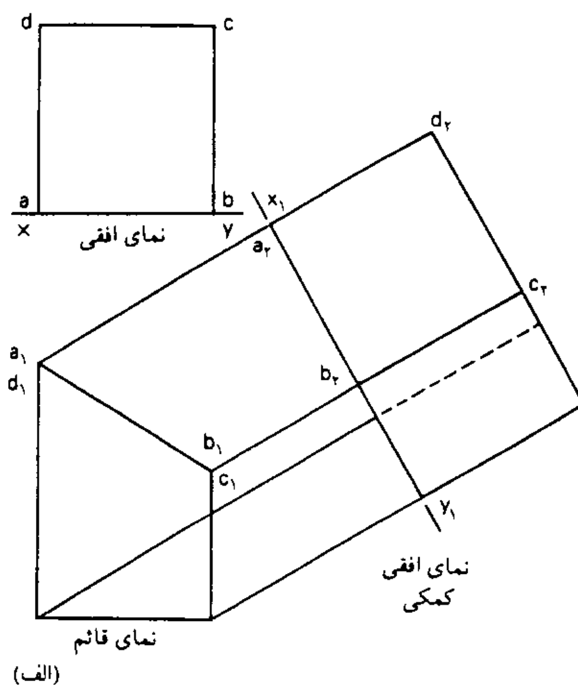
۲. وقتی خطوط تصویر کمکی از نمای برش قائم ترسیم می‌شوند، ابعاد (فواصل) را روی نمای افقی اندازه‌گیری کنید.

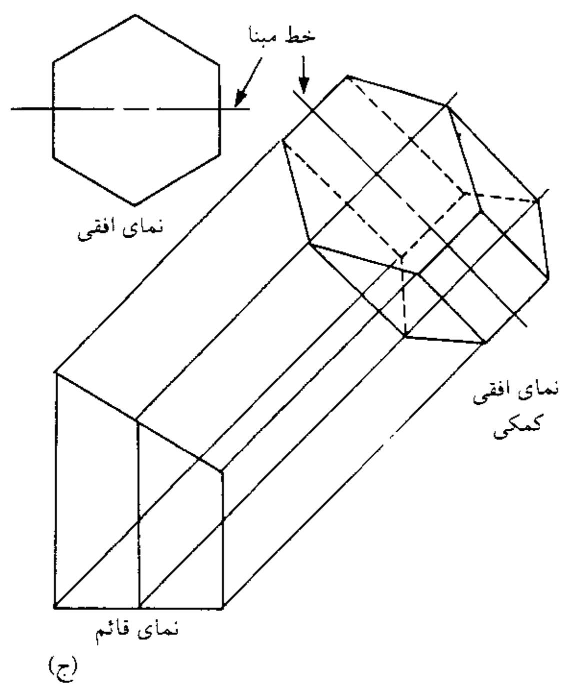
۳. همهٔ ابعاد را از خط مبنا اندازه‌گیری کنید.

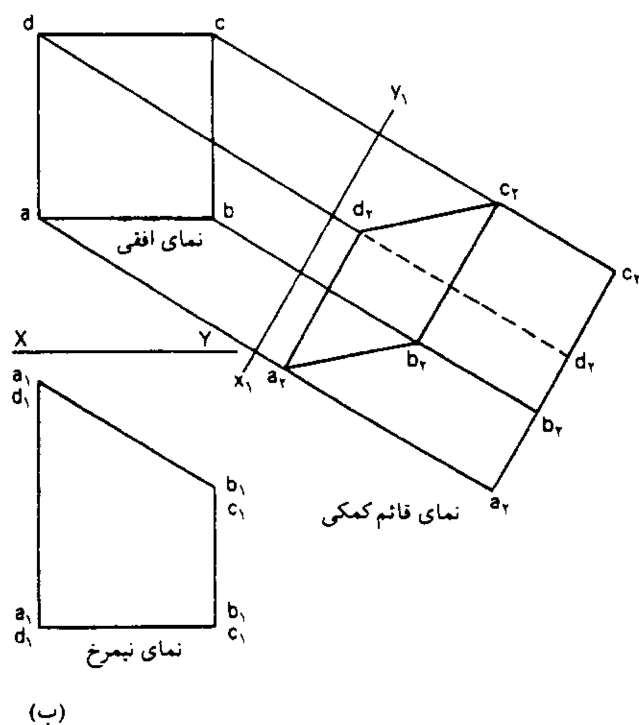
۴. ابعاد را از خط مبنای جدید (دوم) به خطوط جدید (تصویرشده) منتقل کنید.

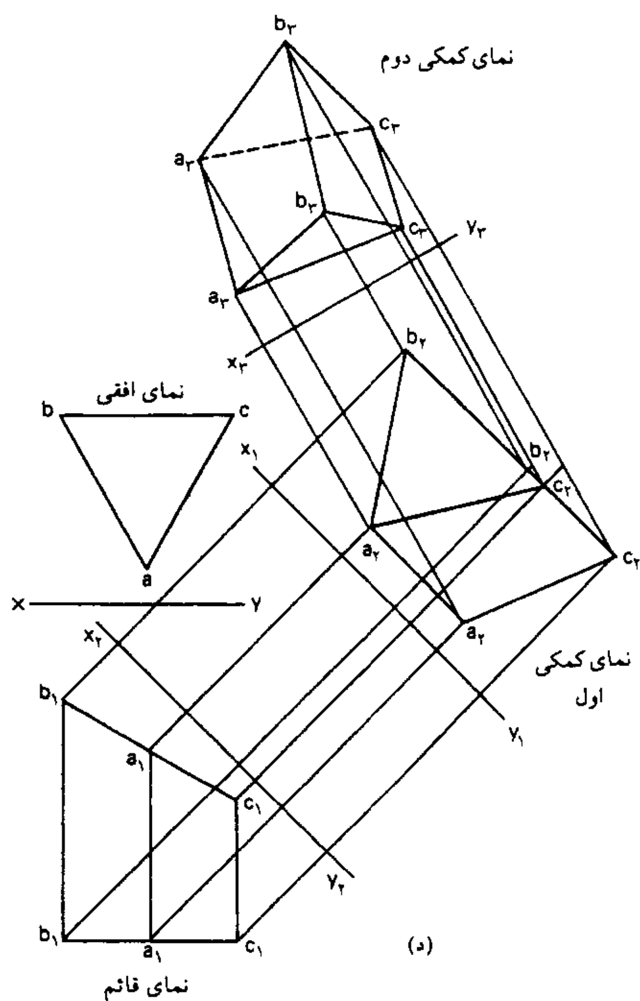
برای به دست آوردن نماهای کمکی دوم نیز از همین روش استفاده می‌شود. در این مورد، به جای نماهای معمولی از نماهای کمکی اول استفاده می‌کنند (شکل ۹ـ۵۱).

در هنگام ترسیم شکلهای واقعی سطوح بریده از این روشها و قواعد استفاده کنید.









شکل ۹-۵۱ تصویرهای کمکی : الف) نمای افقی کمکی ؛ ب) برش قائم کمکی ؛ ج) نمای افقی کمکی ؛ د) نماهای کمکی اول و دوم.

■ **مرور مطالب این فصل**

● طراحی، فن حل مسائل انسان از طریق دانش تکنولوژی مواد، اصول علمی، مهارتهای ارتباط گرافیکی و فنی است.

● فرایند طراحی از مراحل زیر تشکیل می‌شود: تحلیل موشکافانهٔ مشکل مفروض برای درک بهتر آن و یافتن بهترین رهیافت برای حل آن؛ یافتن راه‌حلهای جانشین؛ انتخاب بهترین و در عین حال ساده‌ترین راه‌حل برای تکمیل آن به صورت نقشهٔ اجرایی؛ طرح‌ریزی و ساخت مصنوع؛ آزمون و ارزیابی محصول.

● ارتباط از طریق طرح، فن عرضهٔ ایده‌های طراحی با استفاده از طرحهای کلی، تصویر، مدل و نقشه است.

● عرضهٔ نهایی ایدهٔ طراحی باید به شکل نقشهٔ اجرایی باشد.

● دو نوع اصلی نقشهٔ اجرایی عبارت‌اند از نقشهٔ مجموعه یا مونتاژ، که می‌تواند تصویری یا مهندسی باشد و نقشهٔ اجرایی تفصیلی که همهٔ اطلاعات لازم برای ساخت را دربر دارد.

● نقشه‌های تصویری متداول عبارت‌اند از نقشهٔ ایزومتریک، نقشهٔ مایل و نقشهٔ پرسپکتیو. طراحان از نقشهٔ آخر بیشتر استقبال می‌کنند.

● نقشه‌های مهندسی نماهایی از جسم‌اند که به صورت دوبعدی تهیه می‌شوند و ارتفاع کلی و طول، یا عرض کلی جسم را نشان می‌دهند.

● دو تصویر قائم (نقشهٔ مهندسی) متداول، تصویرهای ربع اول و سوم‌اند.

● خطوط در ارتباط گرافیکی نقش مهمی دارند، زیرا به آنچه ترسیم شده معنا می‌بخشند. خطوط را می‌توان فرهنگ لغات ترسیمی به شمار آورد.

● با استفاده از روش برش زدن، می‌توان خصوصیات داخلی قطعه را روی نقشهٔ اجرایی نمایش داد.

● برش زدن بر این فرض مبتنی است که جسم بریده شده و قسمتی از آن برداشته شده است؛ در نتیجه بخش داخلی قسمت باقیمانده به وضوح دیده و ترسیم می‌شود.

● این تیغهٔ برش خیالی را صفحهٔ برش می‌نامند. صفحهٔ برش دو پیکان دارد که امتداد بخشی را که باید بریده شود، و بخشی را که باید مشاهده و تصویر شود، نشان می‌دهد.

● نوع مقطع به نحوهٔ استفاده از این تیغهٔ برش خیالی بستگی دارد. مقاطع متداول عبارت‌اند از مقطع کامل، مقطع خارج از مرکز، نیم‌مقطع، مقطع همراستا، مقطع دورانی و مقطع برداشته شده.

● ترسیم هندسی فرایند ترسیمی شکلهای هندسی فضایی است که در آن بیشتر از پرگار استفاده می‌شود.

● دو رشتهٔ اصلی شکلهای فضایی عبارت‌اند از منشورها و هرمها.

تمرین و پرسش

۱. آنچه را از طراحی فهمیده‌اید به بیان خود شرح دهید.

۲. مراحل فرایند طراحی را نام ببرید و فعالیتهای اصلی هر مرحله را به اختصار بیان کنید.

۳. از شما خواسته شده است که کالایی را برای مشتری طراحی کنید. ایده‌های خود را به چه صورتی برای تصویب به مشتری عرضه می‌کنید.

۴. یک مسئلهٔ طراحی انتخاب کنید و نشان دهید که نیاز طرح را چگونه شناسایی، تحلیل و مشخص می‌کنید.

۵. نیازی را که در پرسش ۴ شناسایی کرده‌اید به صورت طرح نشان دهید. این طرح باید فعالیتهای هر مرحله از طراحی را نشان دهد.

٦. طرحی کلی از هر ابزار دستی که با آن آشنا هستید، با دست بکشید.

۷. الف) قطر اطول، قطر اقصر و کانونهای بیضی را شرح دهید.

ب) قطر اطول یک بیضی ۸۰mm و قطر اقصر آن ۵۰mm است؛ با استفاده از روش کانونها، این بیضی را ترسیم کنید.

۸. منشوری با قاعدهٔ شش‌ضلعی ترسیم کنید که طول هر ضلع آن ۲۵mm و ارتفاع قائم آن ۶۰mm باشد. نماهای افقی و نیمرخ چپ را، با استفاده از تصویر ربع سوم، بکشید.

۹. فرض کنید منشور پرسش ۸ در نقطه‌ای به فاصلهٔ ۲۰mm از قاعده، روی محور عمودی و تحت زاویهٔ °۴۵ بریده شده

است. سطوح بریده را روی نماهای افقی و نیمرخ نشان دهید. گسترش قطعهٔ بریده را نشان دهید. شکل واقعی سطح بریده را نشان دهید.

۱۰. دو دایرهٔ A و B با قطرهای ۴۰mm و ۳۰mm مفروض است. مرکز دایرهٔ B به فاصلهٔ ۷۵mm در جنوب شرقی مرکز دایرهٔ A قرار دارد و فاصلهٔ بین خطوط مرکزی افقی موازی آنها ۴۰mm است. این دو دایره را رسم کنید. مماس داخل این دو دایره را ترسیم کنید.

۱۰

جوشکاری پتکه‌ای و جوش استیلن

مقدمه

در تاریخ زندگی انسان، سرانجام زمانی فرا رسید که نیاز به اتصال فلزات به هم، به صورت نیازی مهم، به ویژه برای فلزکاران **عصر مفرغ** و **عصر آهن** مطرح شد. در میان روشهای اولیه‌ای که برای حل این مشکل ابداع شد، می‌توان به روشهای زیر اشاره کرد: ریخته‌گری یک فلز روی فلز دیگر؛ قرار دادن دو فلز در کنار یکدیگر و ریختن فلز مذاب بین آنها، تا سبب شود فلزات مورد نظر ذوب شوند و به هم بچسبند؛ وگرم وگداخته کردن سرهای قطعاتی که باید به هم متصل شوند، قرار دادن آنها بر روی هم و چکش‌کاری. روش اخیر که **جوشکاری پتکه‌ای** نامیده می‌شود، تا قرن نوزدهم که **جوشکاری ذوبی** ابداع شد، از همهٔ روشها متداولتر بود.

در طی سالها، فرایند جوشکاری ذوبی، از لحاظ تکنولوژی و تجهیزات، تحولات شگرفی یافته است. اکنون انواع مختلف فرایندهای دستی، نیمه‌خودکار و کاملاً خودکار، از جمله فرایندهایی که در آنها از روبات استفاده می‌شود، رواج یافته است. در این فصل با همهٔ این فرایندها سروکار نداریم، بلکه فقط جوشکاری پتکه‌ای، جوش استیلن و برشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن را شرح می‌دهیم. در هر مورد به اطلاعات مربوط به مواد و تجهیزات، اصول و فنون مورد استفاده و مهارتهای عملی اشاره می‌کنیم.

جوشکاری پتکه‌ای

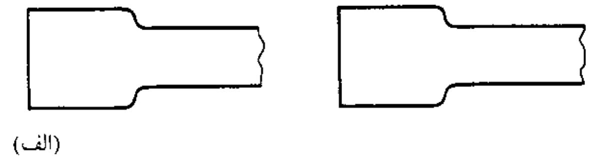
فن اتصال دو قطعه فلز، از طریق کوبیدن آنها روی هم، یکی از قدیمیترین فنون جوشکاری است. در صنعت از این روش هنوز برای اتصال قطعات آهن ورزیده، فولاد کم‌کربن و فولادکربن‌متوسط استفاده می‌شود.

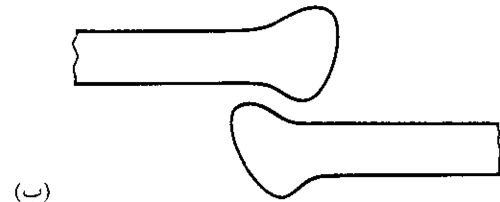
در کارگاه آموزشی، فرایند جوشکاری پتکه‌ای را به ترتیب زیر انجام دهید (شکل ۱۰-۱):

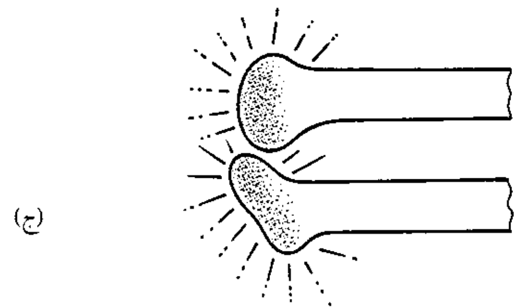
۱. سر قطعه‌هایی را که می‌خواهید به هم متصل کنید نشانه بزنید.
۲. سر قطعه‌ها را در کوره گرم و گداخته کنید.
۳. سر گداختهٔ قطعه‌ها را روی سندان چکش‌کاری کنید تا ضخیم شود. این فرایند را **چاق‌سازی** یا **پهن‌سازی** می‌نامند.
۴. سرهای چاق‌سازی‌شده را به صورت **فارسی** یا **نیمانیم** شکل دهید.
۵. سرهای فارسی شده را در کوره گرم کنید تا گداخته و مومسان شوند.
۶. آنها را به سرعت از کوره درآورید و روی سندان قرار دهید، به طوری که یک سر روی سر دیگر قرار گیرد. برای نگه داشتن یکی از قطعه‌ها به وردست نیاز دارید.
۷. به محل اتصال تنکار بمالید.
۸. با استفاده از چکش سنگین یا پتک، قطعات را روی هم بکوبید تا یکپارچه شوند. شاید ناگزیر شوید عملیات گرمکاری و کوبش را چند دفعه تکرار کنید تا اتصال کامل شود. وقتی قطعات سرد شدند دیگر آنها را چکش‌کاری نکنید تا ترک نخورند.

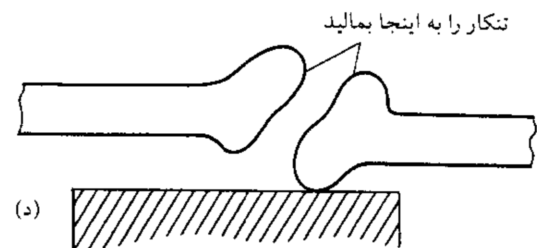
جوشکاری گازی

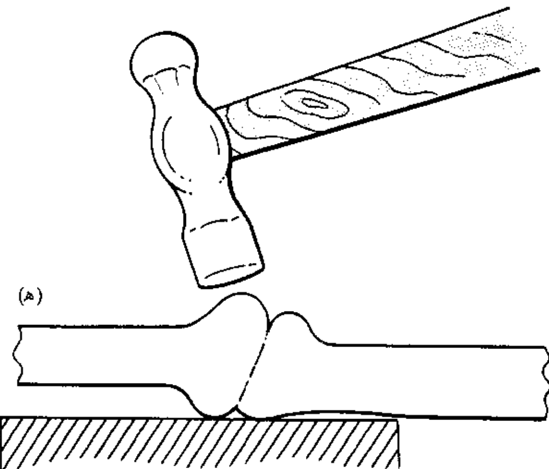
جوشکاری ذوبی یکی از روشهای اتصال دائمی قطعات فلزی است. این فرایند شامل ذوب کردن فلزات مبنا و ایجاد حوضچهٔ مذاب، مخلوط کردن آنها با هم و سرد کردن مخلوط است. در این فرایند ممکن است از فشار نیز استفاده











شکل ۱۰ـ۱ مراحل جوشکاری پتکه‌ای: الف) چاق‌سازی؛ ب) فارسی‌سازی؛ ج) گرم کردن؛ د) استقرار قطعات روی سندان و مالیدن تنکار؛ ه) چکش‌کاری یا پتک‌زدن.

شود. وقتی پرکردن درز اتصال مورد نظر باشد می‌توان از فلز پرکن یا سیم‌جوش استفاده کرد. با ابداع فنون مدرن جوشکاری، استفاده از این فرایند در حوزه‌های متفاوتی مانند کشتی‌سازی، پل‌سازی، صنعت ساختمان، اتومبیل‌سازی، راه‌آهن، هواپیماسازی و حتی ساخت فضاپیماها رواج یافته است.

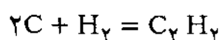
> جوشکاری گازی یکی از فرایندهای جوشکاری ذوبی است. در این فرایند، شعله‌ای با دمای بالا برای ذوب کردن فلزات مبنا لازم است که در نتیجهٔ سوختن مخلوطی از گاز اکسیژن و گازی سوختنی به نسبتهای مختلف، بسته به نوع شعلهٔ مورد نیاز، تولید می‌شود.

اکسیژن گازی بی‌رنگ، بی‌طعم و بی‌بوست که به حالت آزاد یا در ترکیب با عنصرهای دیگر، در طبیعت یافت می‌شود. اکسیژن احتراق را تداوم می‌بخشد و به آسانی با مواد دیگر ترکیب می‌شود و شعله و گرما تولید می‌کند. برای مصارف صنعتی، مانند جوشکاری، اکسیژن را به صورت گاز مایع تولید و در کپسولهای تحت فشار ذخیره می‌کنند. اکسیژن به تنهایی **نمی‌سوزد**، اما باید آن را از همهٔ مواد سوختنی و شعله، جرقه یا آتش دور نگه داشت. نگهداری اکسیژن در مجاورت مواد آلی و سایر مواد آتشگیر، مانند نفت، روغن و غیره نیز خطرناک است.

انواع گازهایی که در جوشکاری مصرف می‌شود

در جوشکاری از گازهای استیلن، پروپان و متیل‌استیلن پروپادین استفاده می‌شود.

استیلن گاز هیدروژن‌دار بی‌رنگی با بوی تند است. این گاز حاصل ترکیب اتمهای هیدروژن و کربن است. این اتمها باهم پیوند تشکیل می‌دهند و مولکول استیلن را به وجود می‌آورند. هر مولکول استیلن از دو اتم کربن (C) و دو اتم هیدروژن (H) تشکیل می‌شود:



$$2C + H_2 = C_2H_2$$

استیلن نتیجهٔ واکنش کاربید کلسیم (CaC_2) با آب (H_2O)

در دستگاهی به‌نام دیگ یا آپارات جوشکاری یا مولد استیلن است. گازی را که به‌این ترتیب تولیدمی‌شود می‌توان مستقیماً مصرف کرد یا در کپسول ذخیره کرد تا بعد مصرف شود.

▲
- هرگز استیلن را با فشاری بالاتر از ۱۰۰kPa (۱۵psi) مصرف نکنید.
- کپسول استیلن را در معرض شوک الکتریکی یا گرمای زیاد قرار ندهید و آن را با احتیاط جابه‌جا کنید.
- گاز استیلن را با لولهٔ مسی انتقال ندهید، زیرا با مس ترکیب می‌شود و استیلید مس تولید می‌کند که منفجره است.
- وقتی فشار استیلن از ۲۰۰kPa (۳۰psi) یا دمای آن از ۷۸۰°C بالاتر رود، ممکن است به سرعت تجزیه و منفجر شود.

پروپان نیز هیدروکربنی گازی است که از سه اتم کربن (C) و هشت اتم هیدروژن (H) تشکیل می‌شود.

متیل استیلن پروپادین پایدار شده (MPS) از مخلوط کردن دو یا چند تا از گازهای زیر به دست می‌آید:

- پروپان (C_3H_8)؛
- بوتان (C_4H_{10})؛
- بوتادین (C_4H_6)؛
- متیل استیلن (C_3H_4)؛
- پروپادین (C_3H_4).

ترکیب و مشخصه‌های این مخلوط متغیر است و تولیدکنندگان مختلف آن را با ترکیبهای متفاوت می‌سازند. این مخلوط را به صورت گاز مایع در کپسولهای تحت فشار، با نامهای تجارتی مختلف به بازار عرضه می‌کنند. این مخلوط برای گرم کردن، زردجوشکاری و بعضی از انواع برسکاری مناسب است.

متیل استیلن پروپادین (MAP) یکی از انواع MPS است که با مخلوط کردن متیل استیلن و پروپادین به دست می‌آید. وقتی این مخلوط با اکسیژن ترکیب شود، شعله‌ای با دمای بالا ایجاد می‌کند که برای جوشکاری، برش، گرم کردن و زردجوشکاری مناسب است. گاز MAP ویژگیهای ایمنی زیر را دارد:

- پایداری در برابر ضربه؛
- محدود بودن نسبتهای انفجاری در هوا؛
- محدود نبودن فشار؛
- سرعت احتراق کم؛
- بویی که به سرعت، در صورت وجود نشت جزئی، آشکارسازی می‌شود.

تجهیزات جوشکاری اکسی‌استیلن

برای برپاکردن واحد جوش استیلن، بعضی از تجهیزات پایه لازم است.

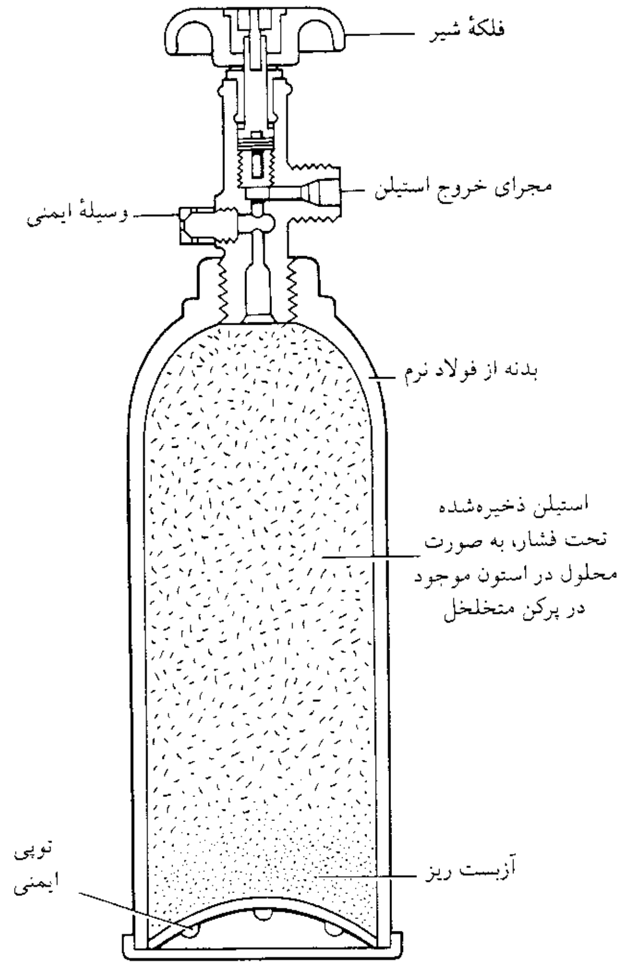
کپسول استیلن

کپسول گاز استیلن را از فولاد می‌سازند. ته این کپسول مقعر است (شکل ۱۰-۲). برای جلوگیری از انفجار و ایمن‌سازی عملیات، کپسول را با ماده‌ای متخلخل پر می‌کنند. این ماده از آهک، پودر سیلیس، گل‌سرشور و زغال‌چوب تشکیل می‌شود. تقریباً ۴۰ درصد حجم کپسول را با استون پر می‌کنند؛ استون می‌تواند مقدار زیادی گاز استیلن را، تحت فشاری بالاتر از ۱۵psi جذب کند، بدون آنکه در ماهیت آن تغییری حاصل شود. کپسولهای گاز استیلن را در اندازه‌های مختلف می‌سازند.

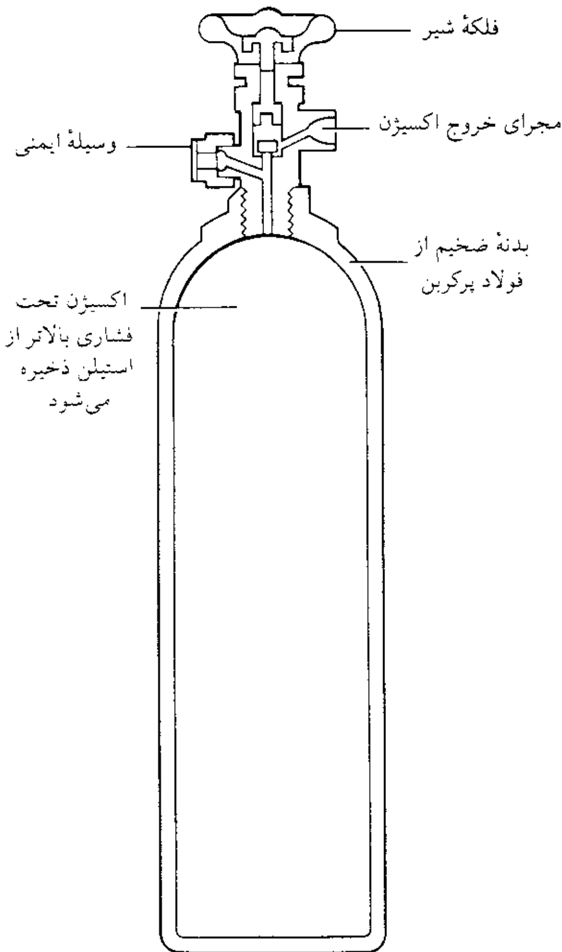
در بالا و پایین کپسول استیلن توپیهایی تعبیه شده که در صورت قرار گرفتن کپسول در معرض گرما یا فشار بیش از حد، باز می‌شوند و فشار را کاهش می‌دهند. به علاوه، کپسول استیلن درپوشی پیچی دارد که از شیر آن محافظت می‌کند تا به طور اتفاقی صدمه نبیند (شکل ۱۰-۳). این کپسولها رزوهٔ پیچ چپگرد دارند و آنها را به رنگ آلبالویی رنگ می‌کنند.

کپسول اکسیژن

کپسولهای اکسیژن مایع تحت فشار را از فولاد می‌سازند؛ این کپسولها به کپسولهای استیلن شباهت دارند، اما کمی از آنها



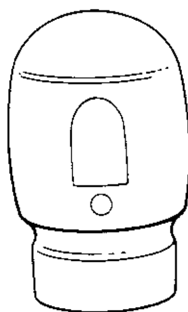
شکل ۱۰ـ۲ کپسول استیلن.



شکل ۱۰ـ۴ کپسول اکسیژن.



شکل ۱۰ـ۳ درپوش ایمنی کپسول استیلن.

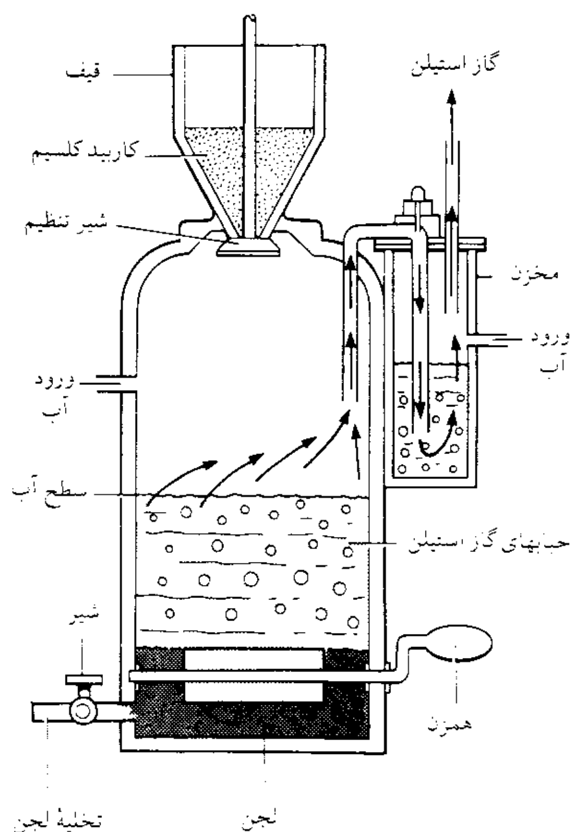


شکل ۱۰ـ۵ درپوش ایمنی کپسول اکسیژن.

بلندترند. کپسول اکسیژن رزوهٔ پیچ راستگرد دارد. رنگ کپسول اکسیژن سیاه است (شکلهای ۱۰ـ۴ و ۱۰ـ۵).

مولد استیلن

مولد استیلن بر دو نوع است. **مولد کم‌فشار** که استیلن را با فشاری کمتر از ۱psi تولید می‌کند. از این نوع مولد فقط همراه مشعلهای انژکتوری استفاده می‌شود (ادامهٔ مطلب را ببینید). **مولد پرفشار**، استیلن با فشاری تا ۱۰۰kPa (۱۵psi) تولید می‌کند. این نوع مولد را می‌توان همراه با مشعلهای متعادل به‌کار برد. هر دو نوع مولد را از ورق فولاد می‌سازند. داخل مولد کاربید کلسیم و آب می‌ریزند که با هم واکنش



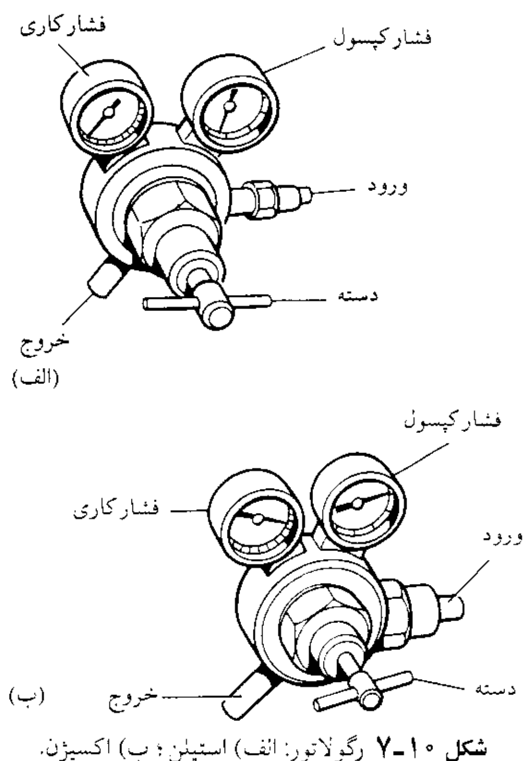
شکل ۱۰ـ۶ مولد استیلن (دیگ).

انجام می‌دهند و گاز استیلن تولید می‌کنند (شکل ۱۰ـ۶).

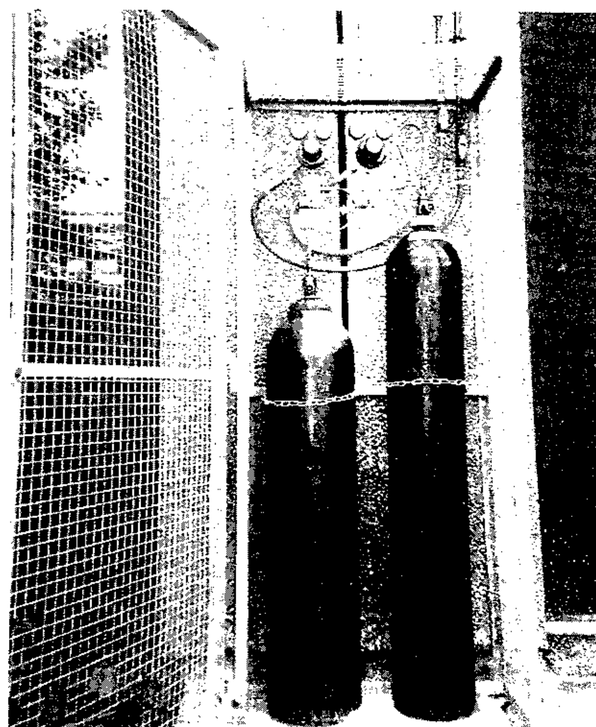
رگولاتور (تنظیم‌کنندهٔ فشار)

رگولاتور دو وظیفه دارد: فشار زیاد کپسول را کاهش می‌دهد تا گاز برای مصرف مناسب شود؛ به تثبیت فشار گاز در مشعل کمک می‌کند. برای برپا کردن واحد جوشکاری استیلن به دو نوع رگولاتور نیاز داریم: **رگولاتور استیلن** و **رگولاتور اکسیژن** (شکل ۱۰ـ۷).

اغلب رگولاتورها دو فشارسنج دارند. فشارسنج سمت راست فشار گاز داخل کپسول را نشان می‌دهد (**فشار کپسول**) و فشارسنج سمت چپ، فشار گاز ورودی به مشعل را نشان می‌دهد (**فشار کاری**). رگولاتورها را به دو دستهٔ **تک‌مرحله‌ای** و **دومرحله‌ای** نیز تقسیم می‌کنند. رگولاتورهای تک‌مرحله‌ای فشار کپسول را در یک مرحله به فشار کاری می‌رسانند و رگولاتورهای دومرحله‌ای این عمل را در دو مرحله انجام می‌دهند.



شکل ۱۰ـ۷ رگولاتور: الف) استیلن؛ ب) اکسیژن.



شکل ۱۰ـ۸ تجهیزات جوش استیلن.

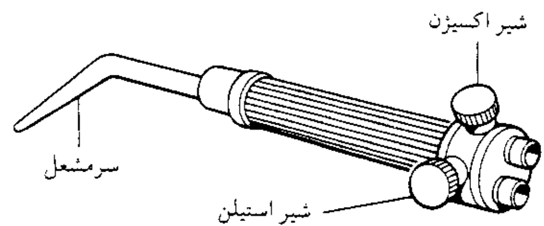
در شکل ۱۰ـ۸ مجموعهٔ تجهیزات جوش استیلن نشان داده شده است. در این مجموعه، کپسولها را در قفس ایمنی قرار داده‌اند.

مشعلهای اکسی‌استیلن

مشعلهای اکسی‌استیلن را به دو دسته تقسیم می‌کنند: مشعل جوشکاری و مشعل برشکاری. این دو نوع مشعل به هم شبیه‌اند، با این تفاوت که مشعل برشکاری یک شیر تنظیم اکسیژن اضافی دارد که برای تولید جت اکسیژن به کار می‌رود؛ این جت عمل برشکاری را انجام می‌دهد.

مشعلهای جوشکاری (شکل ۱۰-۹) بر دو نوع‌اند: انژکتوری یا کم‌فشار، و متعادل یا با فشار متوسط.

مشعل انژکتوری (شکل ۱۰-۱۰) محفظهٔ اختلاطی دارد که در لولهٔ سرمشعل واقع است. اکسیژن، که از انژکتور می‌گذرد، استیلن را به داخل محفظهٔ اختلاط می‌کشد و با آن مخلوط می‌شود. این نوع مشعل می‌تواند با استیلن بسیار

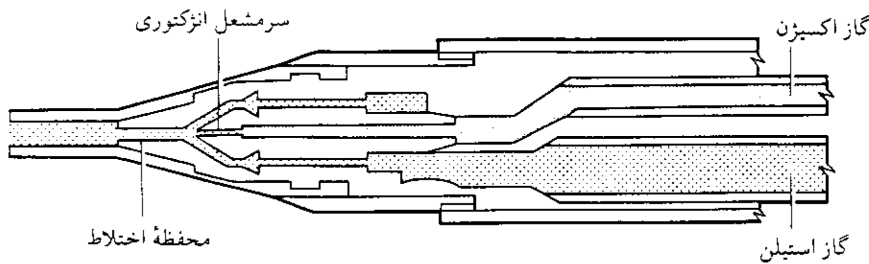


شکل ۱۰-۹ مشعل جوشکاری.

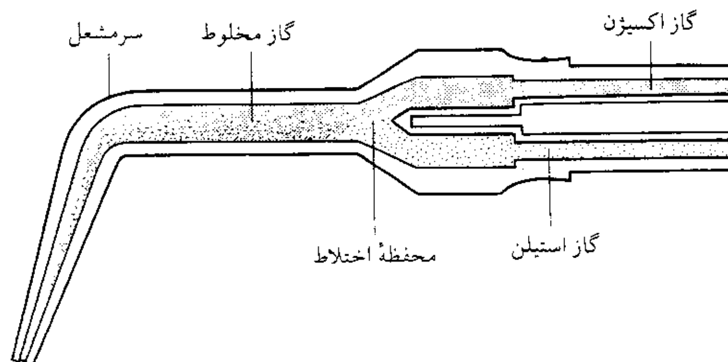
کم‌فشار، مانند استیلن تولید شده در مولد کم‌فشار، کار کند. در این مشعل فشار استیلن، بدون توجه به اندازهٔ سرمشعل مورد استفاده یا ضخامت ورقی که جوشکاری می‌شود، ثابت می‌ماند. این مشعل می‌تواند تقریباً تا آخرین ذرهٔ گاز موجود در کپسول را مصرف کند.

مشعل متعادل (شکل ۱۰-۱۱) همراه با کپسولهای گاز پرفشار به کار می‌رود. این نوع مشعل چهار بخش اصلی دارد. **بدنهٔ مشعل** نقش دسته را دارد و شیرها و محفظهٔ اختلاط در آن تعبیه شده‌اند. روی این مشعل دو شیر نصب می‌شود: شیر اکسیژن و شیر استیلن؛ به کمک این شیرها می‌توان جریان گاز از شیلنگ به داخل محفظهٔ اختلاط و از آنجا تا سرمشعل را برقرار و تنظیم کرد. از این شیرها برای قطع جریان گاز از شیلنگها نیز استفاده می‌شود. **محفظهٔ اختلاط** جایی است که اکسیژن و استیلن، با نسبتهای مورد نظر، در آن مخلوط می‌شوند و سپس به سرمشعل می‌رسند. محفظهٔ اختلاط را می‌توان از بدنهٔ مشعل جدا کرد.

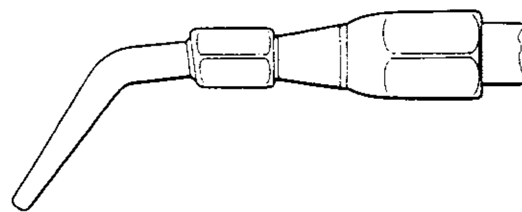
سرمشعل جایی است که شعله در آن تولید می‌شود. سرمشعلها، براساس قطر روزنهٔ خود، اندازه‌های مختلف دارند؛ هر چه این روزنه بزرگتر باشد، فشار گاز بیشتر، آهنگ



شکل ۱۰-۱۰ مقطع مشعل انژکتوری.



شکل ۱۰-۱۱ مقطع مشعل با فشار متعادل.



شکل ۱۰-۱۲ سرمشعل بازشو.

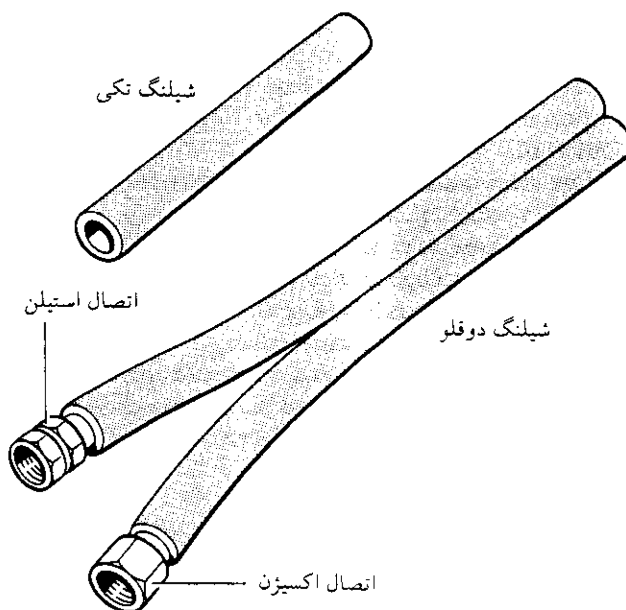
تـخلیهٔ آن بـالاتر و شـدت (گـرمای) شـعله بـیشتر است. سـرمشعل را از مـس مـی‌سازند زیـرا رسـانای خـوب گرماست. سرمشعل بر دو نوع است: **بازشو** (شکل ۱۰-۱۲) و **یکپارچه** (کـه در آن سـرمشعل و لولهٔ سـرمشعل بـا هـم یکپارچه‌اند).

مشعل **دو ورودی** دارد. ورودی اکسیژن رزوهٔ راستگرد دارد و مهرهٔ شیلنگ اکسیژن بـه آن بسته مـی‌شود. ورودی استیلن رزوهٔ چپگرد دارد و مهرهٔ شیلنگ استیلن به آن بسته می‌شود.

سوزن سرمشعل سوهان گرد و باریکی است که برای تمیز کردن سوراخ سـرمشعل جـوشکاری بـه کـار مـی‌رود. ایـن سوزنها همواره به صورت مجموعه‌ای با اندازه‌های متفاوت عرضه می‌شوند. وقتی سوراخ سرمشعل با دوده یا قطره‌های فلز مذاب بسته می‌شود، باید با وارد و خارج کردن سوزنی با اندازهٔ مناسب در سوراخ سرمشعل، و تکرار ایـن عـمل بـه دفعات لازم، سوراخ را تمیز کرد.

> هرگز از سوزنی بزرگتر استفاده نکنید، زیـرا سـوراخ را گشاد می‌کند.

شیلنگ جوشکاری بر دو نوع است. **شیلنگ استیلن** گـاز استیلن را از رگـولاتور بـه مشـعل مـنتقل مـی‌کند. رنگ ایـن شیلنگ سرخ است تا نشان دهـد کـه حـامل گـاز سـوختنی است. اتصالهای دو سر این شـیلنگ رزوهٔ چـپگرد دارنـد و یکی از آنها به رگولاتور و دیگری به مشعل بسته مـی‌شود. شـیلنگ **اکسیژن** وظیفهٔ انتقال اکسیژن از رگولاتور به مشعل را به عـهده دارد. رنگ ایـن شـیلنگ سیاه و یـا سبز است تـا



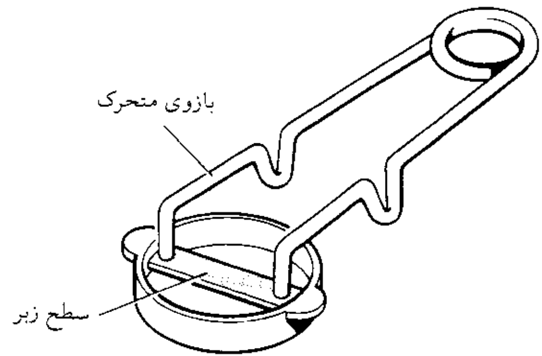
شکل ۱۰-۱۳ شیلنگهای جوشکاری و اتصالات آنها.

مشخص شود گاز عبوری از آن سوختنی نیست. این شیلنگ را بـا اتـصالات راسـتگرد بـه رگـولاتور و مشـعل مـتصل می‌کنند.

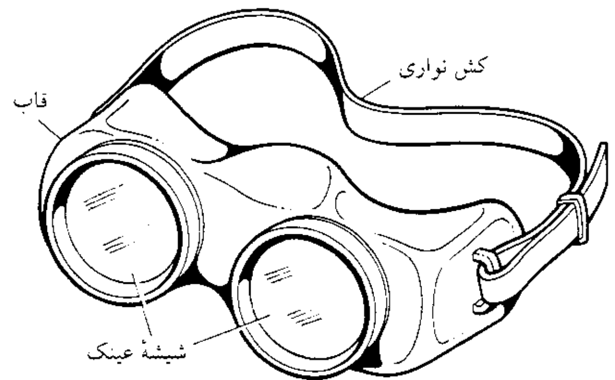
به طور کلی شیلنگهای جوشکاری را از لاستیک طبیعی یا مصنوعی می‌سازند که در برابر مواد نفتی مقاوم است؛ با افزودن الیاف نایلن یا آستر بافته شده، این شیلنگها را تقویت مـی‌کنند. شـیلنگهای جـوشکاری، سـبک، انـعطاف‌پذیر و بادوام‌اند و نور خورشید یا هوا بر آنها اثـر نـمی‌گذارد. ایـن شیلنگها، پس از حلقه شدن، دوباره صـاف مـی‌شوند. ایـن شیلنگها را بـه صـورت تکـی یـا دوقـلو تـولید مـی‌کنند. در شـیلنگهای دوقـلو، شـیلنگهای اکسـیژن و اسـتیلن بـه هـم چسبیده‌اند (شکل ۱۰-۱۳).

فندک جوشکاری

راه صحیح روشن کردن مشعل، استفاده از **فندک جرقه‌زن** یا **فندک جوشکاری** است (شکل ۱۰-۱۴). این فندک را می‌توان با یک دست به‌کار انداخت و در دست دیگر مشعل را نگه داشت. جرقه به وسیلهٔ سنگ فندک تـعبیه شـده در بـازوی متحرک فندک، در نتیجهٔ اصـطکاک بـا صـفحهٔ زبـر، ایـجاد می‌شود.



شکل ۱۰-۱۴ فندک جوشکاری.



شکل ۱۰-۱۵ عینک جوشکاری.

عینک جوشکاری

▲ در هنگام جوشکاری، همواره باید عینک جوشکاری (شکل ۱۰-۱۵) به چشم بزنید. این عینک مانع رسیدن نور شدید شعله و حوضچهٔ فلز مذاب به چشم شما می‌شود و در برابر جرقه از چشمتان محافظت می‌کند.

قاب عینک جوشکاری از نوعی پلاستیک ساخته می‌شود که جرقه آن را نمی‌سوزاند. روی این قاب دو جفت شیشه نصب می‌شود. یک جفت شیشهٔ بیرونی، که **شیشهٔ محافظ** نام دارد و معمولاً شیشهٔ شفاف با کیفیت اپتیکی است. این شیشه مانع آسیب دیدن شیشهٔ داخلی می‌شود. هرگاه ترشحات فلز مذاب به این شیشه آسیب برساند، باید آن را تعویض کرد. اگر این کار انجام نشود، دید جوشکار کاهش می‌یابد. شیشهٔ داخلی، که **شیشهٔ جوشکاری** نام دارد معمولاً سبزرنگ است. شدت رنگ این شیشه‌ها متفاوت است و با شماره مشخص می‌شود (از ۱ تا ۱۴).

سیم‌جوش

در هنگام جوشکاری گازی، باید با استفاده از فلز پرکن، جوش را تقویت کنید. فلز پرکن، که آن را به صورت سیم یا مفتول می‌سازند، سیم‌جوش یا مفتول جوشکاری نام دارد. سیم‌جوش باید با فلزاتی که جوشکاری می‌شوند (فلزات مبنا) همجنس باشد. انواع مختلف سیم‌جوش وجود دارد. متداولترین آنها عبارت‌اند از:

۱. **فولاد نرم:** با مس پوششکاری می‌شود تا زنگ نزند. قطر این نوع سیم‌جوش از ۲mm تا ۶mm ($\frac{۱}{۱۶}$ تا $\frac{۱}{۴}$ اینچ) تغییر می‌کند و طول آن به حدود ۹۰۰mm (۳۶ اینچ) می‌رسد.

۲. **چدن:** به صورت لخت یا پوششکاری شده با مولیبدن و نیکل عرضه می‌شود. مفتولهای پوششکاری شده برای جوشکاری چدن آلیاژی به کار می‌روند و جوش حاصل از آنها محکمتر است. هر دو نوع به شکل مفتول یا میلهٔ چهارگوش، به طول حدود ۶۱۰mm (۲۴ اینچ) عرضه می‌شود.

۳. **فولاد آلیاژی:** به شکل مفتول عرضه می‌شود. برای جوشکاری فولادهای کم‌آلیاژ، از جمله لوله‌ها، به کار می‌رود.

۴. **فولاد زنگ‌نزن:** به شکل مفتول عرضه می‌شود. بیشتر در جوشکاری ورقهای نازک فولاد زنگ‌نزن کروم ـ نیکلی به کار می‌رود.

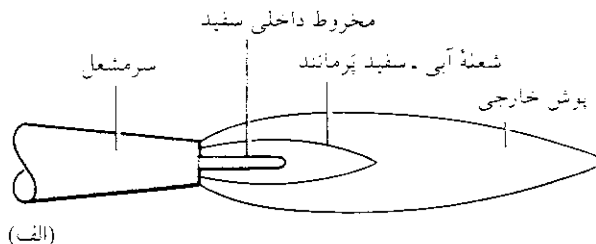
۵. **برنج (مفتول زردجوشکاری):** در انواع و اندازه‌های مختلف عرضه‌می‌شود.بیشتر برای زردجوشکاری به کار می‌رود.

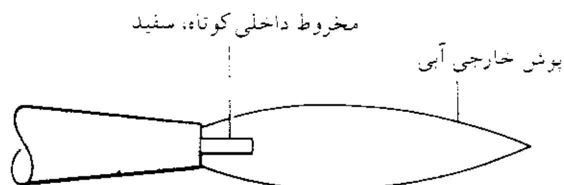
۶. **آلومینیم:** به شکل مفتول یا سیم کلاف شده، لخت یا پوششکاری شده عرضه می‌شود. مفتولهای لخت را به طول ۹۰۰mm (۳۶اینچ) و مفتولهای پوششکاری شده را به طول ۷۰۰mm (۲۸ اینچ) می‌سازند.

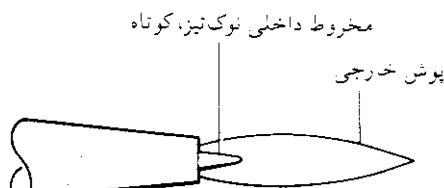
انواع شعله

در جوشکاری از سه نوع شعله استفاده می‌شود که با تغییر دادن نسبتهای استیلن و اکسیژن خروجی از سرمشعل ایجاد می‌شوند (شکل ۱۰-۱۶).

وقتی مقدار استیلن از اکسیژن بیشتر باشد، **شعلهٔ کربن‌ده یا احیاکننده** ایجاد می‌شود. حوضچهٔ جوش حاصل از این نوع شعله، ناصاف است. شعلهٔ احیاکننده با سه ناحیه (مخروط) متمایز شناخته می‌شود: شعلهٔ بیرونی یا پوش، شعلهٔ پَرمانند به رنگ سفید مایل به آبی و مخروط سفید داخلی. شعلهٔ احیاکننده، به دلیل زیادی استیلن، که کربن دارد، مقدار بیشتری کربن به جوش اضافه می‌کند و آن را شکننده می‌سازد. بنابراین در جوشکاری فولاد کم‌کربن به ندرت از این نوع شعله استفاده می‌کنند، اما این شعله برای جوشکاری فولادهای آلیاژی پرکربن و روکشی سخت و زردجوشکاری آلومینیم مناسب است (در روکشی سخت، لایه‌ای از مادهٔ سخت روی سطح قطعهٔ مورد نظر می‌نشانند تا مقاومت آن در برابر سایش افزایش یابد).







شکل ۱۰ـ۱۶ انواع شعله: الف) احیاکننده؛ ب) خنثی؛ ج) اکساینده.

هرگاه اکسیژن از استیلن بیشتر باشد، **شعلهٔ اکساینده** تولید می‌شود. این شعله با صدای فش‌فش می‌سوزد، در اطراف فلزجوش مذاب، کف و مقدار زیادی جرقه ایجاد می‌کند. این شعله از دو بخش تشکیل می‌شود: پوش بیرونی (شعله) و مخروط کوتاه و نوک‌تیز داخلی. چون این شعله اکسیژن اضافی دارد، فلزجوش را اکسیده می‌کند و در نتیجه اتصال ضعیف می‌شود. کاربرد اصلی آن در جوشکاری برنج و برنز و زردجوشکاری آهن گالوانیزه است.

شعلهٔ خنثی هنگامی تولید می‌شود که مقدار استیلن و اکسیژن برابر باشد. با این نوع شعله، حوضچهٔ مذاب درخشانی ایجاد می‌شود که جرقه ندارد یا کم جرقه دارد. شعلهٔ خنثی یک پوش خارجی متمایل به آبی (شعله) و یک مخروط داخلی کوتاه و سفید دارد. از شعلهٔ خنثی بیشتر برای کارهای عمومی جوشکاری و برشکاری استفاده می‌شود. این شعله برای جوشکاری فولادهای کربنی، فولاد زنگ‌نزن و چدن به کار می‌رود.

آماده‌کردن تجهیزات جوش استیلن

۱. کپسولهای استیلن و اکسیژن را در کنار یکدیگر، به حالت قائم قرار دهید. آنها را با زنجیر به هم ببندید تا جدا نشوند.
۲. درپوش محافظ شیر کپسولها را باز کنید.
۳. شیرهای استیلن و اکسیژن را به سرعت باز کنید و ببندید تا گردوغباری که وارد دهانهٔ شیرها شده است پاک شود.

▲
- در کنار یا پشت دهانهٔ خروجی کپسولها بایستید.
- مراقب باشید که کسی نزدیک دهانهٔ خروجی کپسولها نباشد.
- مراقب باشید که جریان گاز استیلن به طرف شعله هدایت نشود.
- گاز اکسیژن را از گریس یا روغن دور نگه دارید تا انفجاری رخ ندهد.

۴. دهانهٔ اتصالات رگولاتورهای استیلن و اکسیژن را تمیز کنید. هر یک را به کپسول مربوط به خود ببندید.

> اتصال استیلن را در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت و اتصال اکسیژن را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت سفت کنید. برای جلوگیری از له شدن گوشه‌های اتصالات، از آچار مناسب استفاده کنید. اتصالات را بیش از اندازه سفت نکنید زیرا رزوهٔ آنها آسیب می‌بیند.

۵. شیرهای استیلن و اکسیژن را، آهسته، به اندازهٔ نیم دور باز کنید.

> ابتدا پیچهای تنظیم رگولاتورها را به اندازهٔ کافی شل کنید تا فشار گاز به دیافراگم رگولاتور آسیب نرساند.

۶. هر دو رگولاتور را، با باز کردن پیچهای تنظیم تا جایی که فشار کاری به 34kPa (5psi) برسد، تمیز کنید. بلافاصله پس از این کار، پیچها را دوباره سفت کنید. ابتدا یک رگولاتور و سپس رگولاتور دوم را تمیز کنید.

۷. شیلنگها را به رگولاتورها متصل کنید. اگر شیلنگها نو باشند، باید پیش از اتصال آنها را تمیز کرد تا باقیماندهٔ پودر تالک از داخل آنها خارج شود.

۸. مشعل جوشکاری را به شیلنگهای جوشکاری متصل کنید. رنگ ورودی مشعل باید با رنگ شیلنگی که به آن متصل می‌شود یکی باشد.

۹. سرمشعل مناسب انتخاب کنید و آن را به مشعل ببندید.

۱۰. همهٔ اتصالها را وارسی کنید که نشت نداشته باشند.

> برای وارسی نشت از آب صابون استفاده کنید؛ ایجاد حباب نشانهٔ نشت است.

۱۱. پس از وارسی، شیرهای مشعل را ببندید تا فشار سیستم تخلیه شود.

روشن کردن مشعل و تنظیم شعلهٔ خنثی

۱. شیر کپسول استیلن را به آهستگی، به‌اندازهٔ نیم دور، باز کنید.

> ▲ ● جلو رگولاتور استیلن نایستید.
> ● شیر کپسول استیلن را نباید بیش از نیم دور باز کنید.

۲. شیر کپسول اکسیژن را به آرامی و به طور کامل باز کنید.

۳. پیچ تنظیم رگولاتور استیلن را آهسته باز کنید تا فشارسنج، فشار کاری را 34kPa (5psi) نشان دهد.

> ▲ در کنار رگولاتور بایستید و مراقب باشید که جلو آن قرار نگیرید.

۴. رگولاتور اکسیژن را به همان ترتیبی باز کنید که در مرحلهٔ ۳ گفته شد؛ آن را به اندازهٔ $\frac{1}{4}$ دور بیشتر باز کنید.

۵. شیر اکسیژن مشعل را باز کنید. پیچ تنظیم رگولاتور اکسیژن را تا جایی باز کنید که فشار کاری به 34kPa (5psi) برسد. شیر اکسیژن مشعل را ببندید تا از قرائت صحیح فشار کاری مطمئن شوید.

۶. به ترتیبی که در مرحلهٔ ۵ گفته شد، فشار کاری استیلن را تنظیم کنید.

۷. عینک جوشکاری بزنید و دستکش بپوشید.

۸. شیر استیلن مشعل را کمی باز کنید. فندک بزنید تا مشعل روشن شود. فاصلهٔ نوک سرمشعل تا فندک باید در حدود 12mm ($\frac{1}{2}$ اینچ) باشد.

۹. شیر استیلن را تنظیم کنید تا شعله دود نکند.

۱۰. شیر اکسیژن مشعل را آهسته باز کنید تا سه منطقهٔ متمایز شعله ایجاد شود.

۱۱. اکسیژن را به‌تدریج اضافه کنید تا مخروط داخلی شعلهٔ خنثی تشکیل شود. برای وارسی خنثی بودن شعله، اکسیژن بیشتری اضافه کنید تا شعلهٔ اکساینده ایجاد شود، سپس مقدار اکسیژن راکاهش دهید تا دوباره شعلهٔ خنثی تشکیل شود.

روش خواباندن تجهیزات جوشکاری

۱. ابتدا شیر استیلن و سپس شیر اکسیژن مشعل را ببندید. در نتیجه صدای «بامب» ایجاد می‌شود، اما در نتیجهٔ این

اقدام دودهٔ استیلن به داخل سرمشعل برنمی‌گردد تا آن را مسدود کند. اگر از سرمشعل بزرگی استفاده می‌کنید، ابتدا شیر اکسیژن را ببندید تا صدای بیش از اندازه شدیدی ایجاد نشود.

۲. شیرهای کپسولهای استیلن و اکسیژن را به ترتیب ببندید.
۳. شیر استیلن را $\frac{1}{4}$ دور باز کنید تا فشار داخل شیلنگ کاهش یابد.

▲ فشارسنج باید فشار صفر را نشان دهد.

۴. شیر مشعل را دوباره ببندید. پیچ تنظیم رگولاتور را شل کنید.
۵. به ترتیبی که در مرحلهٔ ۳ گفته شد، فشار داخل شیلنگ اکسیژن را نیز تخلیه کنید.
۶. شیلنگها را به نرمی حلقه کنید و در محلی امن قرار دهید.

فنون جوشکاری

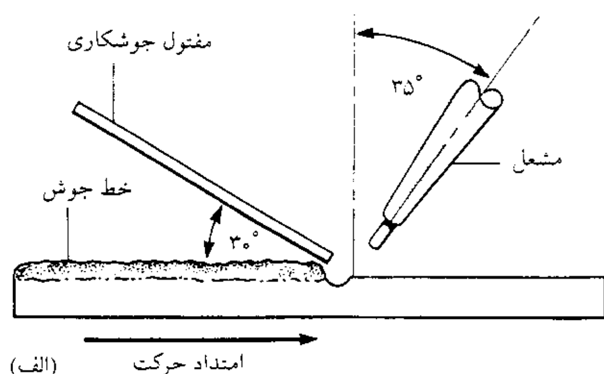
جوشکاری را به دو روش اصلی انجام می‌دهند: جوشکاری به راست و جوشکاری به چپ (شکل ۱۰-۱۷).

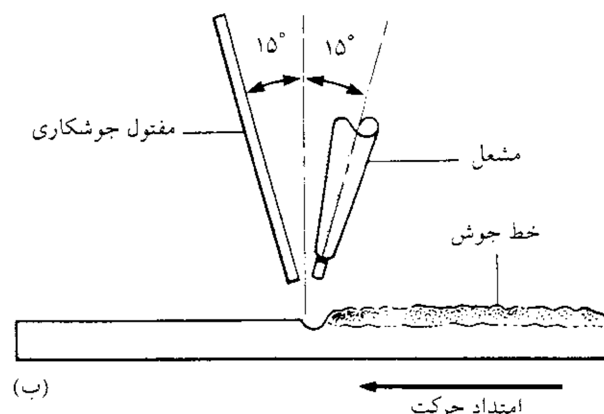
جوشکاری به راست (روش پس‌دستی)

جوشکارهای راست‌دست، جوشکاری را از سمت چپ اتصال شروع می‌کنند و به سمت راست می‌روند. بنابراین نوک شعله همواره متوجه جوش تشکیل شده است. مفتول جوشکاری بین جوش و شعله (مشعل) قرار می‌گیرد. این روش برای جوشکاری فلزاتی با ضخامت بیش از 5mm مناسب است.

این روش، در مقایسه با روش جوشکاری به چپ، مزایایی به شرح زیر دارد:

۱. مفتول کمتری مصرف می‌کند.
۲. سرعت جوشکاری بیشتر است، زیرا مفتول جوشکاری مانع حرکت نمی‌شود.
۳. گاز کمتری مصرف می‌شود، زیرا جوشکاری سریعتر است.





شکل ۱۰-۱۷ دو روش اصلی جوشکاری: الف) جوشکاری به راست؛ ب) جوشکاری به چپ.

۴. خواص مکانیکی جوش بهتر است، زیرا بازگرمایش جوش به وسیلهٔ شعله، نوعی اثر تابکاری دارد.
۵. احتمال اکسایش جوش کمتر می‌شود، زیرا بیشتر اوقات مفتول جوشکاری در داخل شعله است.

جوشکاری به چپ (روش پیش‌دستی)

در این روش، جوشکاری از سمت راست اتصال شروع می‌شود و به سمت چپ ادامه می‌یابد. در این وضعیت مفتول جوشکاری در جلو شعله قرار می‌گیرد؛ نوک شعله در امتداد حرکت است. در این روش مشعل بین جوش و مفتول قرار می‌گیرد. از این روش برای جوشکاری فلزات نازک، تا ضخامت 5mm استفاده می‌شود.

معایب این روش به شرح زیر است:

۱. مفتول جوشکاری مانع دید لبهٔ اتصال می‌شود و بایدگاه و

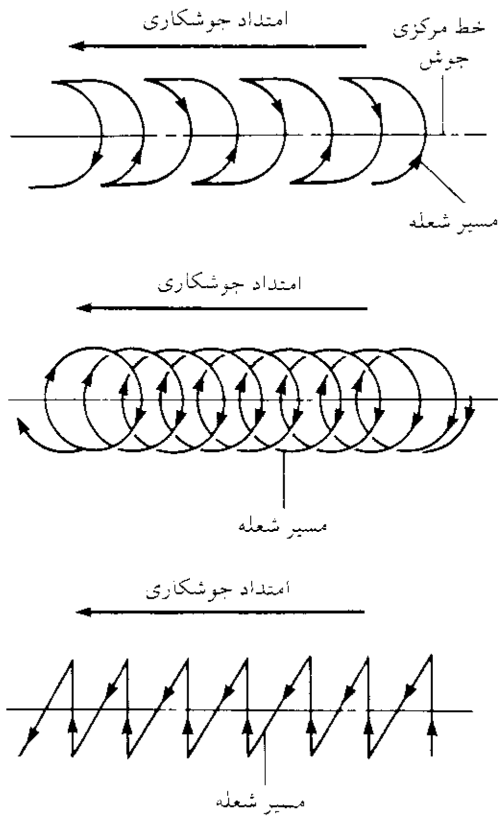
بیگاه آن را از حوضچهٔ جوش بیرون کشید.
۲. در نتیجه سرعت جوشکاری کاهش می‌یابد.
۳. نوک مفتول جوشکاری در معرض اکسایش است، زیرا گاه و بیگاه بیرون کشیده می‌شود و در معرض هوا قرار می‌گیرد.
۴. وقتی نوک اکسیدشدهٔ مفتول دوباره وارد حوضچهٔ جوش می‌شود، جوش در معرض خطر اکسایش قرار می‌گیرد.

تمرین جوشکاری

جوشکاری با کیفیت مطلوب کار آسانی نیست. عاملهای متعددی از جمله اندازهٔ مشعل، زاویهٔ شیب مشعل نسبت به سطح کار، قطر مفتول جوشکاری، فاصلهٔ سرمشعل از سطح کار، آهنگ پیشروی حوضچهٔ جوش و بازی کردن با مشعل، بر کیفیت جوش اثر می‌گذارند. در حین انجام تمرینهای زیر، دربارهٔ این عاملها بیندیشید و دربارهٔ آنها تحقیق کنید.

تمرین ۱: بازی کردن با مشعل و نشاندن خط جوش

۱. یک قطعه ورق فولاد نرم به ابعاد ۱۵۰mm×۵۰mm×۳mm تهیه کنید.
۲. سطح این ورق را به سه بخش مساوی تقسیم کنید و خط مرکزی هر بخش را بکشید.
۳. ورق را، در محلی مناسب، روی میز جوشکاری قرار دهید.
۴. بدون روشن کردن شعله، مشعل را در امتداد خط مرکزی، طبق الگوهای نشان داده شده در شکل ۱۰ـ۱۸، جابه‌جا کنید.
۵. هر الگو را چند بار تکرار کنید تا بتوانید با مشعل، به صورت متقارن نسبت به خط مرکزی بازی کنید.
۶. پس از مسلط شدن بر این حرکات، مشعل را روشن و آن را روی شعلهٔ خنثی تنظیم کنید.
۷. از سمت راست ورق شروع کنید و مشعل را با زاویهٔ °۴۵ بگیرید تا فلز پیشگرم شود.
۸. وقتی ذوب شدن فلز شروع شد، مشعل را طبق الگوی



شکل ۱۰ـ۱۸ الگوهای حرکت مشعل.

دایره‌ای حرکت دهید و آن را به طرف چپ جابه‌جا کنید. مراقب حوضچهٔ مذاب باشید و سعی کنید اندازهٔ آن ثابت بماند.
۹. این عمل را تکرار کنید تا بتوانید عرض حوضچه را ثابت نگه دارید. از هر دو سر ورق شروع کنید.
۱۰. این تمرین را در دو بخش دیگر ورق و روی سایر الگوها نیز انجام دهید تا تسلط کافی بر آنها پیدا کنید.

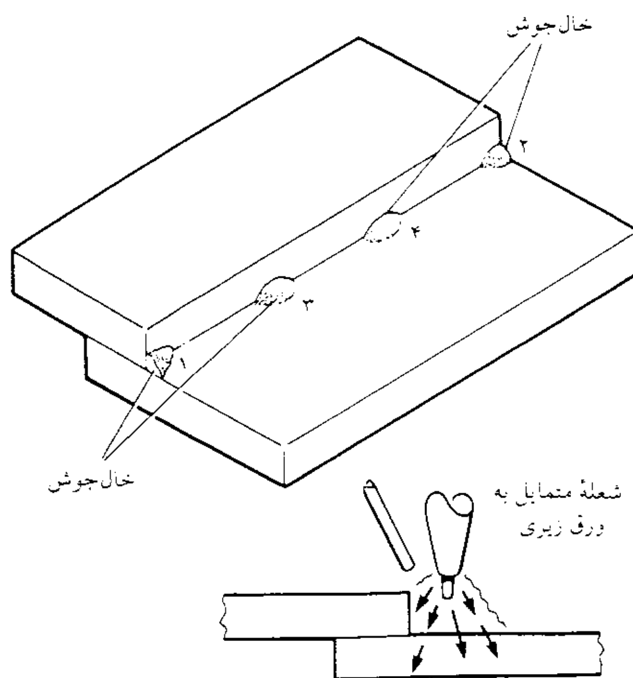
تمرین ۲: جوشکاری اتصال لب‌برلب

مواد لازم:

دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۴۰mm × ۳mm
مفتول جوشکاری فولاد نرم، ۹۰۰mm × ۳mm
دستگاه جوش استیلن روشن و تنظیم شده روی شعلهٔ خنثی.

روش کار:

۱. دو قطعه ورق را، مطابق شکل ۱۰ـ۱۹، روی میز



شکل ۱۰ـ۱۹ اتصال لب‌برلب در وضعیت تخت.

جوشکاری قرار دهید.

۲. مطابق الگوی نشان داده شده در شکل، قطعات را خال‌جوش بدهید. با پیروی از این الگو، تابیدگی قطعه به حداقل می‌رسد.

۳. جوشکاری را از یک سر شروع کنید و تا سر دیگر ادامه دهید.

> ● هر دو ورق باید همزمان ذوب شوند؛ به این منظور باید شعله را به طرف ورق زیری و دور از ورق رویی هدایت کنید.
>
> ● مفتول جوشکاری را به خورد ورق بالایی بدهید و بگذارید نیروی گرانش حوضچهٔ مذاب را به طرف ورق زیری بکشد.
>
> ● آهنگ تغذیهٔ مفتول جوشکاری باید کافی باشد تا حوضچهٔ مذاب دچار گسیختگی نشود و شکاف پدید نیاید.
>
> ● اگر شکافی پدید آمد، آن را با مفتول جوشکاری پر کنید.

۴. به تمرین ادامه دهید تا بر این فرایند تسلط پیدا کنید.

۵. به اتصال ضربه بزنید تا خوب ذوب شدن ریشهٔ جوش مشخص شود.

تمرین ۳: جوشکاری اتصال سپری

مواد لازم:

دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۴۰mm × ۳mm

مفتول جوشکاری فولاد نرم، ۹۰۰mm × ۳mm.

روش کار:

۱. ورقها را مطابق شکل ۱۰ـ۲۰ قرار دهید.

۲. به ترتیب نشان داده شده در شکل، خال‌جوش بزنید.

۳. از یک سر درز شروع کنید و تمام طول آن را جوش بدهید.

> ● با هدایت شعله به طرف ورق زیری، هر دو ورق را به طور یکنواخت گرم کنید تا با هم ذوب شوند.
>
> ● شیب مشعل را در جهت حرکت خط جوش بیشتر کنید. در نتیجهٔ این عمل، بازتاب گرما روی مشعل کاهش می‌یابد.
>
> ● بازتاب گرما روی مشعل سبب پس‌زدن شعله می‌شود (شعله به داخل مشعل برمی‌گردد و این عمل با صدای انفجار همراه است).
>
> ● شاید ناگزیر شوید با افزایش اکسیژن، شعله را اندکی تنظیم کنید.

۴. عملیات بیشتری انجام دهید تا کاملاً مهارت پیدا کنید.

۵. برای اطلاع از کیفیت ذوب ریشه، به اتصال ضربه بزنید.

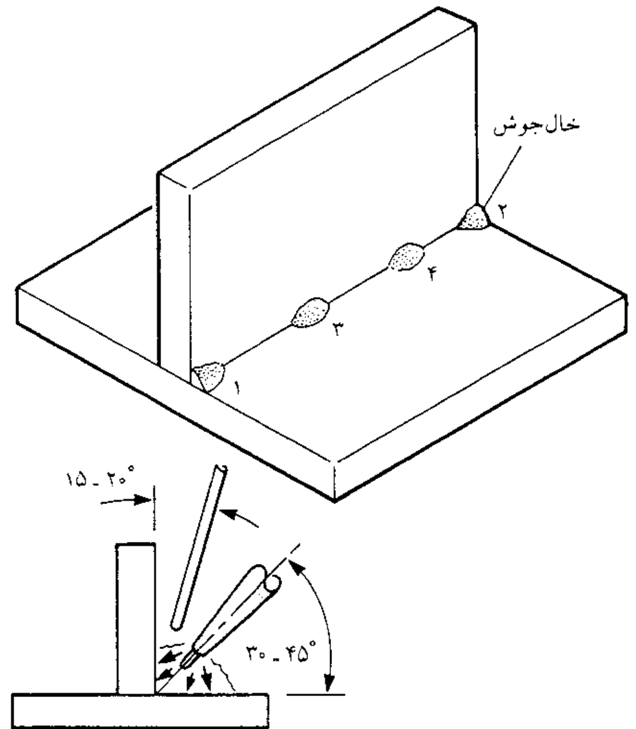
تمرین ۴: جوشکاری اتصال لب‌به‌لب

مواد لازم:

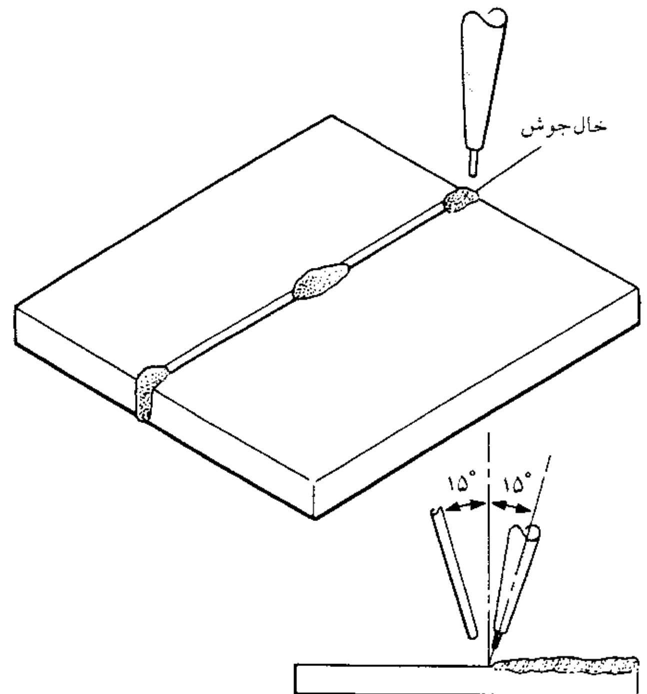
دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm×۳۰mm×۳mm.

لب ورقها را باید مطابق شکل ۱۰ـ۲۱ پخ بزنید.

مفتول جوشکاری فولاد نرم، ۹۰۰mm × ۳mm



شکل ۱۰ـ۲۰ اتصال سپری در وضعیت تخت.



شکل ۱۰ـ۲۱ اتصال لب‌به‌لب در وضعیت تخت.

روش کار:

۱. ورقها را روی میز جوشکاری یا آجر نسوز، به صورت لب‌به‌لب، کنار هم بگذارید.

۲. دو سر درز و وسط آن را خال‌جوش بزنید (شکل ۱۰ـ۲۱).

۳. جوشکاری را از یک سر درز شروع کنید (باید در هر دو روش جوشکاری به راست و جوشکاری به چپ مهارت پیدا کنید). شعله را روی خال‌جوش نگه دارید تا ذوب شود و به طرف دیگر درز به حرکت درآید.

- شعله باید هر دو قطعه را به طور مساوی گرم کند تا قطعه‌ها با هم ذوب شوند.
- در حین حرکت در طول درز، زاویهٔ مشعل، زاویهٔ مفتول، سرعت حرکت و پهنای خط جوش را ثابت نگه دارید.
- این عمل را روی ورقهایی با ضخامتهای مختلف تکرار کنید. مطمئن شوید که با حرکت در امتداد درز، هر دو ورق با هم ذوب می‌شوند.
- نفوذ جوش باید کافی باشد. در صورت امکان برای نیل به این هدف، سرمشعل را عوض کنید. آهنگ حرکت نیز بر نفوذ اثر می‌گذارد.

۴. این فرایند را، با استفاده از هر دو روش جوشکاری به راست و جوشکاری به چپ تمرین کنید تا بر هر دو روش تسلط بیابید.

تمرین ۵: جوشکاری افقی

در جوشکاری افقی محور خط جوش با صفحهٔ افقی موازی است و بالای سطح میز جوشکاری قرار می‌گیرد.

از مواد مورد استفاده در تمرین ۴، با همان اندازه و ضخامت استفاده کنید. برای نگه داشتن قطعات در وضعیت مناسب از صفحهٔ پشتگیر (شکل ۱۰ـ۲۲) استفاده کنید. یک اتصال لب‌به‌لب در وضعیت افقی ایجاد کنید. زوایای کار و حرکت را مطابق شکل ۱۰ـ۲۲ بگیرید.

تمرین ٦: جوشکاری عمودی

در جوشکاری عمودی محور خط جوش بر صفحهٔ افقی یا سطح میز کار عمود است (شکل ۱۰ـ۲۳). عملیات جوشکاری عمودی از جوشکاری افقی دشوارتر است.

مراقب لبهٔ عقبی حوضچهٔ جوش باشید تا به طور ثابت منجمد شود. بدین ترتیب تکیه‌گاهی برای حوضچهٔ جوش ایجاد می‌شود که با پیشروی رو به بالای جوشکاری، حوضچه را نگه می‌دارد. سعی کنید حوضچه کوچک بماند تا احتمال ریزش آن کاهش یابد.

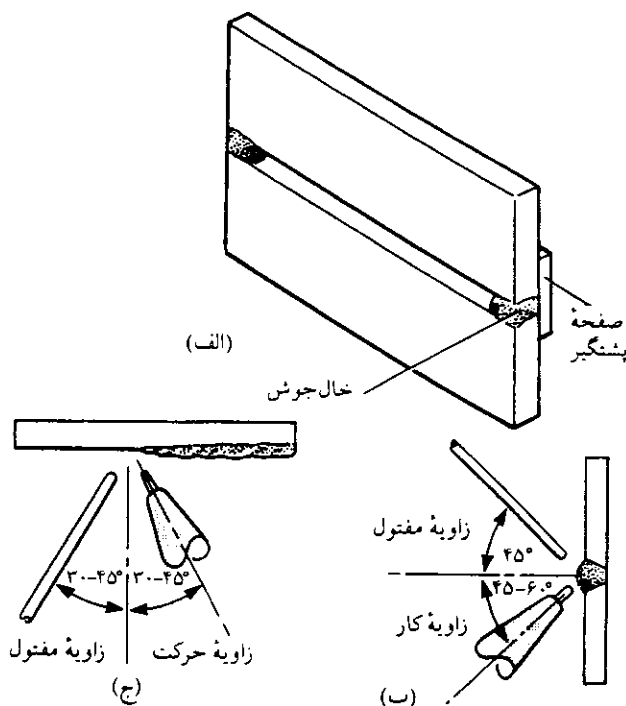
برای تمرین جوشکاری عمودی، ابتدا قطعه‌کار را با زاویهٔ °۴۵ نسبت به صفحهٔ افقی قرار دهید. وقتی در این کار مهارت پیدا کردید، زاویهٔ کار را افزایش دهید تا به‌تدریج بتوانید در امتداد عمودی نیز جوشکاری کنید. جوشکاری را از پایین درز شروع کنید و بالا بروید، زیرا فلز جوش منجمد شده تکیه‌گاهی برای حوضچهٔ جوش ایجاد می‌کند.

۱. از همان موادی استفاده کنید که در تمرین ۱۴ استفاده کردید.
۲. درزهای زیر را در وضعیت عمودی جوشکاری کنید: لب‌به‌لب، لب‌برلب و سپری.
۳. کار را با زاویهٔ °۴۵ شروع کنید و زاویه را به‌تدریج افزایش دهید. همان اصول و روشهای مورد استفاده در جوشکاری افقی را به کار بگیرید.

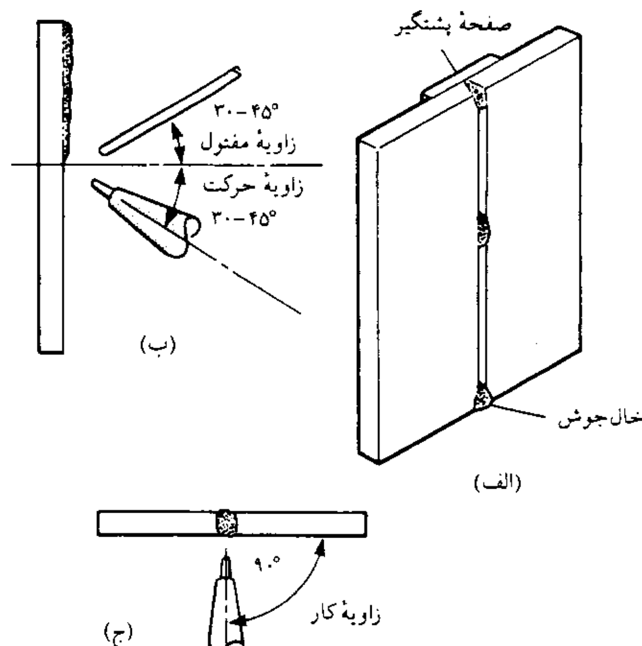
تمرین ۷: جوشکاری بالاسری

▲ جوشکاری بالاسری را باید با احتیاط و دقت فراوان انجام دهید، زیرا در غیر این صورت به آسانی دچار سوختگی خواهید شد. لباس محافظ کامل بپوشید. این لباس شامل دستکش چرمی، آستین چرمی، پیش‌بند چرمی و کلاه است. مستقیماً زیر خط جوش نایستید.

در این روش احتمال ریزش حوضچهٔ جوش بیشتر از روش عمودی است. بنابراین حوضچهٔ جوش حتماً باید کوچک باشد. اجازه ندهید مفتول جوشکاری در شعله ذوب شود، زیرا در این صورت چکه خواهد کرد. برای جلوگیری از چکه کردن مذاب، همیشه مفتول را در حوضچهٔ جوش فرو ببرید.

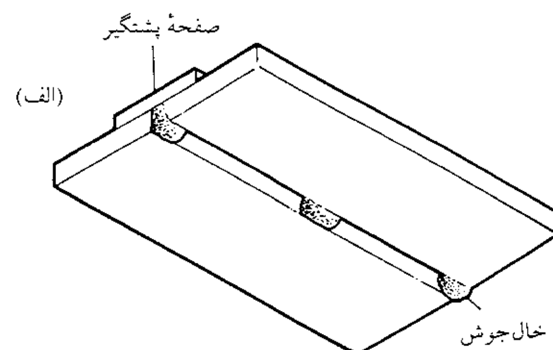


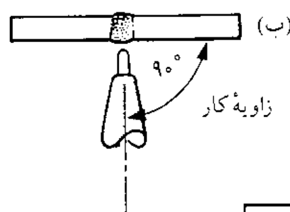
شکل ۱۰-۲۲ اتصال لب‌به‌لب جناغی در وضعیت افقی: الف) استقرار قطعه‌کار؛ ب) زوایای کار و مفتول؛ ج) زوایای حرکت و مفتول.

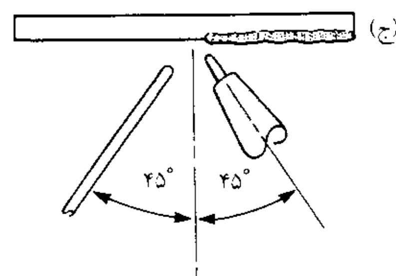


شکل ۱۰-۲۳ اتصال لب‌به‌لب در وضعیت عمودی: الف) استقرار قطعه‌کار؛ ب) زاویهٔ کار؛ ج) زوایای حرکت و مفتول.

در این عملیات باید اندازهٔ حوضچهٔ جوش را به دقت کنترل کرد. اگر حوضچه خیلی بزرگ شود، سرریز می‌کند و در امتداد خط جوش پایین می‌آید. برای اجتناب از این اتفاق،







شکل ۱۰-۲۴ اتصال لب‌به‌لب در وضعیت بالاسری: الف) استقرار قطعه‌کار؛ ب) زاویهٔ کار؛ ج) زوایای حرکت و مفتول.

در صورتی که حوضچهٔ جوش کنترل شود و از مفتول به شیوهٔ صحیح استفاده شود، جوشکاری بالاسری ایمن و موفقیت‌آمیز خواهد بود.

۱. با استفاده از همان موادی که در تمرینهای قبل گفته شد، عملیات جوشکاری بالاسری را روی درزهای زیر انجام دهید: درز لب‌به‌لب، درز لب‌برلب و درز سپری (شکل ۱۰-۲۴).
۲. چندین امتداد را آزمایش کنید و امتدادی را انتخاب کنید که برای شما ساده‌تر است.
۳. همواره در جایی بایستید که احساس راحتی می‌کنید و از جرقه‌های جوشکاری در امان هستید.

برشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن

ابتدا فلز را تا دمای بسیار بالایی پیشگرم می‌کنند و سپس فواره‌ای از گاز اکسیژن پرفشار را به حوضچهٔ مذاب می‌دمند

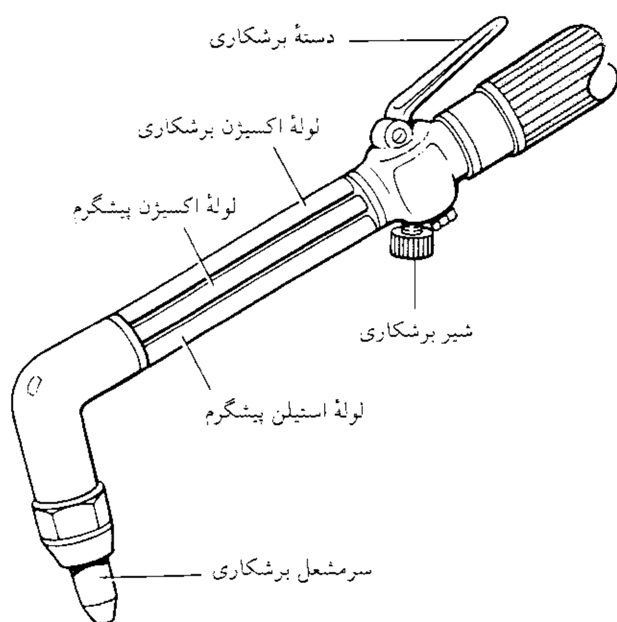
برشکاری گازی (اکسی‌استیلن) فرایند بریدن فلز با استفاده از شعلهٔ دمابالای حاصل از سوختن اکسیژن و استیلن است.

تا جدایش انجام شود. دستگاه مورد استفاده برای انجام این فرایند همان دستگاه جوش استیلن، به علاوهٔ یک مشعل برشکاری است.

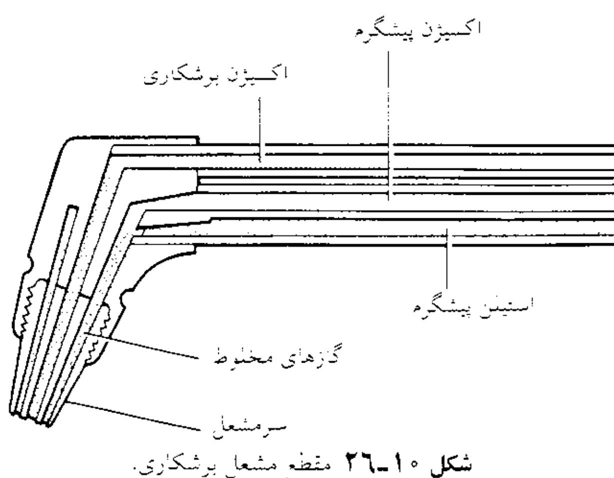
مشعل برشکاری

مشعل برشکاری، از لحاظ ظاهری، شبیه مشعل جوشکاری است با این تفاوت که یک دستهٔ اضافی برای اکسیژن دارد (شکل ۱۰-۲۵).مشعل برشکاری نیز، مانند مشعل جوشکاری بر دو نوع است: **انژکتوری** و **متعادل**. اصول کار این مشعلها نیز همان است که در مورد مشعلهای جوشکاری دیدیم.

همهٔ مشعلهای برشکاری سه مجرای داخلی برای عبور گاز دارند (شکل ۱۰-۲۶): یک مجرا برای عبور استیلن، یک مجرا برای عبور اکسیژنی که در محفظهٔ اختلاط با استیلن مخلوط می‌شود تا شعلهٔ پیشگرم‌کن را ایجاد کند و مجرای سوم برای اکسیژن خالص که برای دمیدن به فلز مذاب و



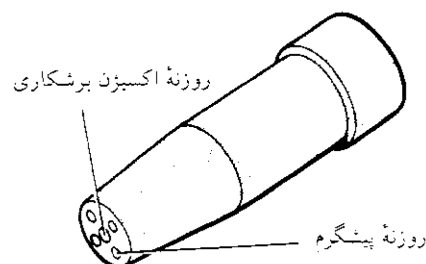
شکل ۱۰-۲۵ مشعل برشکاری.



شکل ۱۰-۲۶ مقطع مشعل برشکاری.

بریدن آن لازم است. **شیر تنظیم استیلن** جریان خروجی گاز استیلن را تنظیم می‌کند. **شیر تنظیم اکسیژن** جریان خروجی گاز اکسیژن لازم برای اختلاط با استیلن را تنظیم می‌کند. بعضی از مشعلهای برشکاری دو شیر تنظیم اکسیژن دارند. **دستهٔ برشکاری** جریان پرفشار اکسیژن را برای برشکاری آزاد می‌سازد.

سرمشعل برشکاری معمولاً سه یا چند روزنهٔ کوچک دارد که یک روزنهٔ مرکزی بزرگ را احاطه کرده‌اند. روزنهٔ مرکزی روزنه‌ای است که اکسیژن پرفشار از آن بیرون می‌آید و عمل برشکاری را انجام می‌دهد. از روزنه‌های پیرامونی، گاز مخلوط برای پیشگرم کردن بیرون می‌آید (شکل ۱۰-۲۷). سرمشعل برشکاری را، مانند سرمشعل جوشکاری، از مس می‌سازند، زیرا رسانندگی گرمایی آن بالا است. سرمشعل برشکاری روی مشعل پیچیده می‌شود. اندازهٔ سرمشعل براساس قطر روزنهٔ مرکزی و روزنه‌های پیرامونی آن تعیین می‌شود. سرمشعل را با توجه به ضخامت فلزی که باید بریده شود و نوع برشی که باید انجام شود انتخاب می‌کنند.



شکل ۱۰-۲۷ سرمشعل برشکاری.

هر چه روزنهٔ مرکزی سرمشعل بزرگتر باشد، اکسیژن پرفشار لازم برای برشکاری ورق ضخیمتری را تأمین می‌کند.

روشن کردن و تنظیم مشعل برشکاری

فرض می‌کنیم همهٔ تجهیزات برشکاری، از جمله مشعل برشکاری و سرمشعل با اندازهٔ مناسب، آماده است. همهٔ اقدامات ایمنی، شامل نشت‌یابی، انجام شده است و محیط کار کاملاً ایمن است.

تنظیم فشار استیلن و اکسیژن

۱. شیر کپسولهای استیلن و اکسیژن را باز کنید.
۲. شیر رگولاتور استیلن را باز و فشار کاری را روی ۳۴kPa (۵psi) تنظیم کنید.
۳. شیر رگولاتور اکسیژن را باز و فشار کاری را روی ۲۴۰kPa (۳۵psi) تنظیم کنید.
۴. اگر از مشعلی با دو شیر اکسیژن استفاده می‌کنید، شیر نزدیکتر به شیلنگ را کاملاً باز کنید. اگر مشعل شما فقط یک شیر اکسیژن دارد، این مرحله را نادیده بگیرید.
۵. دستهٔ اکسیژن را فشار دهید و پیچ رگولاتور اکسیژن را روی ۲۴۰kPa (۳۵psi) تنظیم کنید. پس از تنظیم فشار، دستهٔ اکسیژن را رها کنید.
۶. شیر استیلن مشعل را به اندازهٔ $\frac{1}{4}$ دور باز کنید و فشار را دوباره روی ۳۴kPa (۵psi) تنظیم کنید. سپس شیر را دوباره ببندید.
۷. اکنون فشار هر دو گاز تنظیم شده است.

روشن کردن مشعل با شعلهٔ خنثی برای پیشگرم کردن

فرض می‌کنیم فشار هر دو گاز را قبلاً تنظیم کرده‌اید.

۱. شیر استیلن مشعل را به اندازهٔ $\frac{1}{4}$ دور باز و مشعل را روشن کنید. جریان گاز را تنظیم کنید تا مشعل دیگر دود نکند.
۲. شیر اکسیژن مشعل را باز کنید (شیری که به دستهٔ

برشکاری نزدیکتر است). جریان اکسیژن را تنظیم کنید تا شعله‌های پیشگرم‌کن خنثی شوند.

۳. دستهٔ برشکاری را فشار دهید و شعله‌های پیشگرم‌کن را تماشا کنید. اگر تغییری در شعله‌ها ایجاد شد و از حالت خنثی درآمدند، در حالی که هنوز دستهٔ برشکاری را فشار می‌دهید، شیر اکسیژن مشعل را دوباره تنظیم کنید تا شعله‌های پیشگرم‌کن خنثی شوند.

۴. اکنون همه چیز برای برشکاری آماده است.

تمرین برشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن

مواد لازم:

قطعه‌ای ورق فولاد نرم، به ضخامت ۱۲٫۵mm.

یک قطعه نبشی.

دو عدد گیره.

دستگاه برشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن.

روش کار:

۱. خط برش را روی سطح ورق با سنبه مشخص کنید.

۲. ورق را طوری روی میز کار قرار دهید که خط برش از لبهٔ میز بیرون باشد (شکل ۱۰ـ۲۸).

۳. مشعل را روشن و آن را با شعلهٔ خنثی تنظیم کنید.

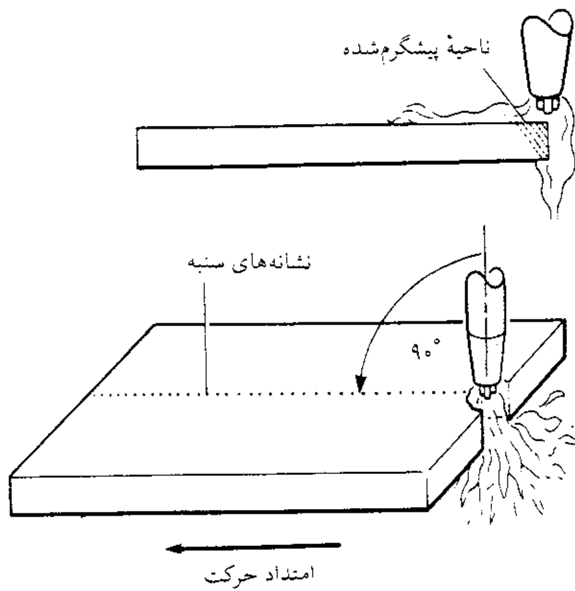
۴. در محلی مناسب و ایمن بایستید تا بتوانید خط برش را به‌وضوح ببینید.

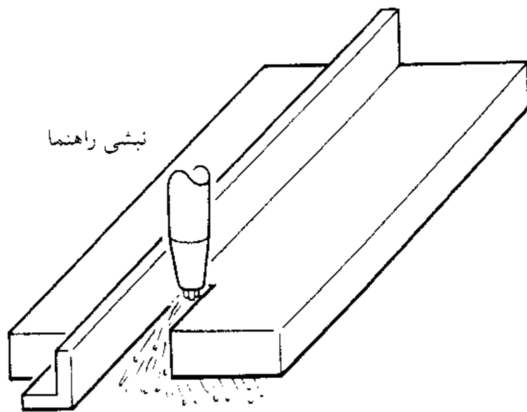
۵. شعله‌های پیشگرم‌کن را طوری روی ورق بگیرید که یکی از آنها فلز را، درست در جلو خط برش، گرم کند (شکل ۱۰ـ۲۸).

۶. مشعل را ثابت نگه دارید. فاصلهٔ شعله‌های پیشگرم‌کن تا سطح فلز باید ۱٫۵ تا ۳ میلیمتر باشد.

۷. وقتی فلز به اندازهٔ کافی گرم شد (به رنگ سرخ نارنجی درآمد) دستهٔ برشکاری را آهسته فشار دهید.

۸. وقتی برشکاری آغاز شد، دسته را کاملاً فشار دهید و مشعل را در امتداد خط برش حرکت دهید؛ زاویهٔ سرمشعل با سطح ورق باید °۹۰ باشد.





شکل ۱۰ـ۲۸ برشکاری.

> دستهٔ برشکاری را به سرعت فشار ندهید، زیرا افزایش ناگهانی فشار اکسیژن، فلز را سرد می‌کند و شروع برشکاری دشوار می‌شود.

۹. روی خط برش، به طور پیوسته و تدریجی، حرکت کنید تا به انتهای آن برسید.

> ● اگر سرعت حرکت بیش از اندازه باشد، فلز به اندازهٔ کافی پیشگرم نمی‌شود و برشکاری ادامه نمی‌یابد.
> ● اگر برشکاری متوقف شد، دستهٔ برشکاری را رها کنید، سرمشعل را به نقطه‌ای برگردانید که برشکاری از آنجا متوقف شده است و کار را دوباره آغاز کنید.

تمرینهای مشابهی انجام دهید تا در این کار مهارت پیدا کنید و بتوانید بدون استفاده از راهنما، برشکاری کنید.

خاموش کردن دستگاه

۱. دستهٔ برشکاری را رها کنید.
۲. شیرهای اکسیژن و استیلن مشعل را ببندید.
۳. شیرهای کپسولهای استیلن و اکسیژن را، یکی پس از دیگری، ببندید.
۴. شیرهای استیلن و اکسیژن مشعل را باز کنید تا فشار گاز داخل شیلنگها کاهش یابد. در این حالت فشارسنج باید صفر را نشان دهد، شیرها را دوباره ببندید.
۵. شیرهای رگولاتور استیلن و رگولاتور اکسیژن را ببندید.
۶. شیلنگها را حلقه کنید و در جای مطمئن قرار دهید.

■ مرور مطالب این فصل

- پیشینهٔ فن شکل دادن و متصل کردن قطعات فلزی به عصر مفرغ و آهن می‌رسد؛ در آن اعصار اسلحه و ابزار را از طریق ریخته‌گری و جوشکاری پتکه‌ای می‌ساختند.
- جوشکاری روشی برای اتصال دائمی قطعات فلزی است.
- مهمترین انواع جوشکاری عبارت‌اند از جوشکاری پتکه‌ای، جوشکاری گازی و جوشکاری قوسی.
- متداولترین گازهایی که در جوشکاری مصرف می‌شوند عبارت‌اند از استیلن، پروپان و متیل‌استیلن پروپادین.
- گازهای سوختنی و اکسیژن را در کپسولهای فولادی نگهداری و حمل می‌کنند.
- ابزار مورد استفاده برای تعیین فشار نگهداری و فشار تخلیهٔ گازهای سوختنی و اکسیژن، رگولاتور نام دارد.
- دستگاهی که برای مخلوط کردن گاز سوختنی و اکسیژن به کار می‌رود تا شعلهٔ مناسب برای جوشکاری را تولید کند، مشعل جوشکاری نام دارد.
- مشعلهای جوشکاری به دو دستهٔ اصلی تقسیم می‌شوند: مشعل انژکتوری برای گاز کم‌فشار و مشعل متعادل برای گاز پرفشار.
- در جوشکاری از شعله‌های خنثی، احیاکننده و اکساینده استفاده می‌شود.
- دو روش اصلی جوشکاری عبارت‌اند از جوشکاری به راست (پس‌دستی) و جوشکاری به چپ (پیش‌دستی).
- عملیات جوشکاری گازی را می‌توان در وضعیتهای تخت، افقی، عمودی و بالاسری انجام داد.
- برشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن فرایندی است که در آن با گرم کردن فلز و دمیدن اکسیژن خالص پرفشار به حوضچهٔ مذاب ایجاد شده، فلز را برش می‌دهند.
- مشعل برشکاری شبیه مشعل جوشکاری است، با این تفاوت که یک دستهٔ اضافی برای اکسیژن دارد که با فشردن آن، اکسیژن خالص پرفشار از سرمشعل تخلیه می‌شود و عمل برشکاری را انجام می‌دهد.
- سرمشعل برشکاری یک روزنهٔ مرکزی دارد که سه یا چند روزنهٔ کوچکتر آن را احاطه کرده‌اند.
- مخلوط گاز پیشگرم‌کن از روزنه‌های پیرامونی و گاز اکسیژن خالص از روزنهٔ میانی بیرون می‌آید.
- در حین عملیات برشکاری، شعلهٔ پیشگرم‌کن باید حالت خنثی داشته باشد.
- در هنگام برشکاری، از فشردن و رها کردن دستهٔ برشکاری خودداری کنید؛ این عمل سبب سرد شدن فلز و ایجاد وقفه در برشکاری می‌شود.
- مشعل برشکاری را باید به طور آهسته و پیوسته روی خط برشکاری پیش ببرید تا فلز به خوبی پیشگرم شود.

تمرین و پرسش

۱. تفاوت بین جوشکاری پتکه‌ای و جوشکاری گازی را به اختصار بیان کنید.
۲. چرا سر قطعاتی را که باید از طریق جوشکاری پتکه‌ای به هم متصل شوند، غالباً ضخیم می‌کنند.
۳. سه اقدام احتیاطی را نام ببرید که در هنگام مصرف گاز استیلن باید آنها را رعایت کنید.
۴. دست‌کم دو راه برای تشخیص کپسول گاز سوختنی یا اتصال آن، از کپسول اکسیژن یا اتصال آن، شرح دهید.

۵. چگونه می‌توان مشعل انژکتوری را از مشعل متعادل تشخیص داد؟

٦. سه نوع شعلهٔ مشعل جوشکاری را با رسم شکل شرح دهید. مشخصه‌های اصلی و کاربرد هر نوع شعله را بیان‌کنید.

۷. دو روش جوشکاری را با رسم شکل شرح دهید. زوایای مشعل و مفتول جوشکاری را روی شکل نشان دهید و اثر آنها را بر خط جوش بیان کنید.

۸. هر یک از اتصالهای جوشکاری زیر را با رسم شکل شرح دهید. در هر مورد زوایای مشعل و مفتول جوشکاری را ذکر کنید:

الف) اتصال سپری در وضعیت تخت.

ب) اتصال لب‌به‌لب جناغی در وضعیت افقی.

ج) اتصال لب‌به‌لب جناغی در وضعیت عمودی.

۹. مشعل برشکاری چند مجرای داخلی دارد؟ وظیفهٔ هر یک را شرح دهید.

۱۰. چه عاملی اندازهٔ سرمشعل برشکاری را تعیین می‌کند؟ عاملهایی را که در هنگام انتخاب سرمشعل برشکاری باید در نظر گرفت نام ببرید.

۱۱. چرا برای برشکاری از شعلهٔ پیشگرم‌کن استفاده می‌شود؟ با ترسیم شکل پاسخ دهید.

۱۲. فشار کاری گازهای استیلن و اکسیژن را، برای برشکاری، ذکر کنید.

۱۱

جوشکاری قوس الکتریکی

مقدمه

جوشکاری قوس الکتریکی فرایندی است که در آن از مفتول روپوش‌داری به نام **الکترود** برای حمل جریان الکتریسیته استفاده می‌شود؛ الکترود با سطح کار **قوس** تشکیل می‌دهد و این قوس گرمای کافی برای ذوب الکترود و قطعه‌کار را تأمین می‌کند؛ پس از انجماد حوضچهٔ ذوب تشکیل شده، اتصال ایجاد می‌شود.

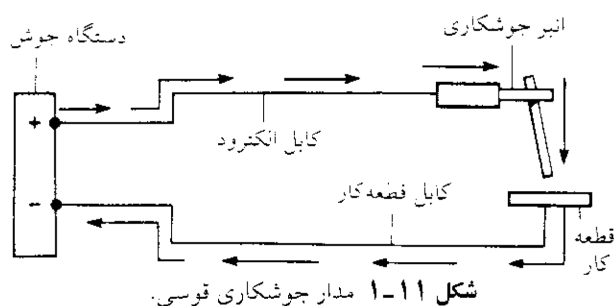
فرایند جوشکاری قوسی، به دلایل زیر، متداولترین فرایند جوشکاری است. این فرایند بسیار انعطاف‌پذیر است ؛ فلزاتی با ضخامتهای مختلف را می‌توان در هر وضعیتی جوشکاری کرد. این فرایند کاملاً سیار است: تجهیزات مورد نیاز ساده‌اند و به آسانی می‌توان آنها را جابه‌جا کرد، به ویژه اگر از نوع موتورجوش باشند. با استفاده از این فرایند می‌توان فلزات مختلفی از جمله فولاد، چدن، فولاد زنگ‌نزن، نیکل، آلومینیم و آلیاژهای آنها را جوشکاری کرد.

اصول جوشکاری قوسی

فرایند جوشکاری قوسی بر جریان الکتریکی مبتنی است.

وقتی جریان الکتریکی یا جریان برق، از کابل می‌گذرد، مقاومت کابل در برابر **جریان**، سبب تولید گرما می‌شود. هر چه جریان برق شدیدتر باشد، مقاومت کابل بیشتر می‌شود و گرمای بیشتری تولید می‌کند.

در فرایند جوشکاری قوسی، الکترود و قطعه‌کار به منزلهٔ **پایانه‌های الکتریکی** عمل می‌کنند. جریان برق می‌تواند از الکترود به قطعه‌کار، یا از قطعه‌کار به الکترود منتقل شود؛



شکل ۱۱ـ۱ مدار جوشکاری قوسی.

جهت جریان به نوع ماشین جوشکاری و اتصال قطبها بستگی دارد (شکل ۱۱ـ۱).

فرض کنید جریان از الکترود به قطعه‌کار می‌رود. وقتی الکترود را به قطعه‌کار نزدیک کنید، جریان، شکاف هوای بین نوک الکترود و سطح قطعه‌کار را جهش می‌کند و **قوس الکتریکی ایجاد** می‌شود. شکاف هوا در برابر عبور جریان مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهد. این مقاومت زیاد سبب تولید گرمای شدیدی می‌شود. دمای ایجاد شده بین ۳۳۰۰°C و ۵۵۰۰°C متغیر است. این دما برای ذوب الکترود و قطعه‌کار کافی است.

در مدار جوشکاری قوسی با سه ولتاژ پایه سروکار داریم. **ولتاژ مدارباز**، ولتاژ بین سرسیمهای دستگاه جوش است، وقتی دستگاه روشن است، اما قوس برقرار نیست یا جوشکاری انجام نمی‌شود. **ولتاژ مداربسته**، ولتاژ در حالت برقراری قوس یا انجام جوشکاری است. ولتاژ مداربسته، ولتاژ واقعی جوشکاری است. وقتی قوس الکتریکی برقرار است و الکترود با سطح قطعه‌کار یا سطح میز فلزی جوشکاری تماس پیدا می‌کند، با **ولتاژ اتصال کوتاه** سروکار داریم. اتصال کوتاه می‌تواند سبب داغ شدن سیم‌پیچ ترانس جوش شود و به دینام آسیب برساند.

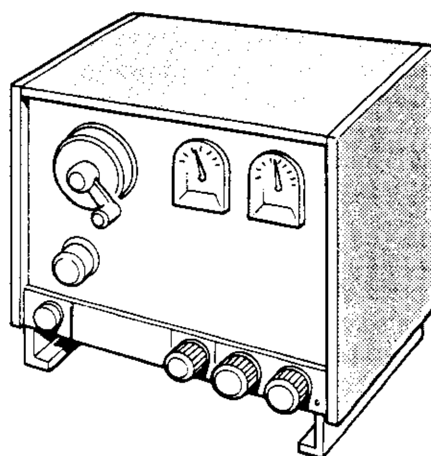
دستگاهها و تجهیزات جوشکاری

جریان مورد استفاده برای جوشکاری قوسی با استفاده از سه نوع دستگاه تولید می‌شود: موتورجوش، ترانس‌جوش و دستگاه جوش یکسوکننده (شکل ۱۱ـ۲).

موتورجوش از یک مولد و یک موتور بنزینی یا دیزل تشکیل می‌شود. موتورجوش نسبتاً ارزان است، ولی هزینهٔ نگهداری آن زیاد است. مزیت موتورجوش در این است که می‌توان در محلهایی که برق نیست از آن استفاده کرد. موتورجوش می‌تواند جریان مستقیم (دی‌سی)، جریان متناوب (ای‌سی) یا جریان مرکب دی‌سی و ای‌سی تولید کند.

ترانس‌جوش باید به برق وصل شود. جریان برق شبکه ۲۲۰ ولت یا بیشتر است که برای جوشکاری خیلی زیاد است. بنابراین **ترانسفورماتور** ولتاژ برق را کاهش می‌دهد و جریان مناسب برای جوشکاری را تأمین می‌کند. ترانس‌جوش سبک و قوی و بی‌صداست. در محلهایی که برق نیست نمی‌توان از ترانس‌جوش استفاده کرد.

دستگاه جوش یکسوکننده جریان متناوب را به جریان مستقیم مناسب برای جوشکاری تبدیل می‌کند. این دستگاه شامل یک ترانسفورماتور است که ولتاژ بالا را به ولتاژ پایین، اما با جریان بالا، تبدیل می‌کند و **یکسوکننده‌ای** دارد که کار آن تبدیل جریان متناوب به مستقیم است. این نوع دستگاه به سیستم تنظیم جریان مجهز است؛ دو نوع دیگر کنترلگرهایی برای تنظیم ولتاژ مدارباز دارند. دستگاه جوش یکسوکننده را باید خنک کرد وگرنه می‌سوزد.



شکل ۱۱ـ۲ دستگاه جوش.

> ▲ همواره مراقب باشید که پروانهٔ خنک‌کن دستگاه کار کند.

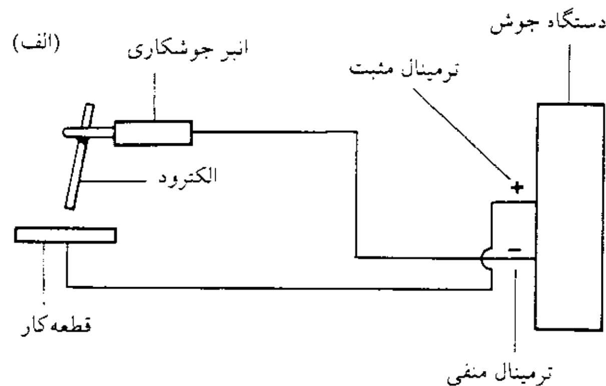
سه نوع دستگاه جوشی که شرح داده شد دستگاههای **جریان ـ ثابت‌اند.** آنها را اساساً برای جوشکاری دستی طراحی کرده‌اند. انواع دیگر دستگاه جوش با **پتانسیل (ولتاژ) ثابت** نیز ساخته می‌شوند که بیشتر برای جوشکاری میگ (جوشکاری قوسی با الکترود فلزی و گاز خنثی) به کار می‌روند؛ در این کتاب با این دستگاهها سر و کار نداریم.

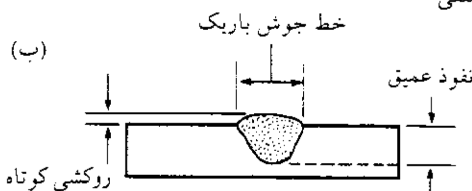
اثر قطبیت جریان

چنانکه گفته شد، الکترود (مفتول جوشکاری) و قطعه‌کار بخشی از **مدار الکتریکی** را تشکیل می‌دهند. برای تکمیل مدار، باید جریان خروجی از دستگاه جوش را، از طریق کابل، به انبر جوشکاری رساند، تا با عبور از الکترود به قطعه‌کار برسد و از آنجا به دستگاه جوش برگردد. در روش دیگر، جریان ابتدا از طریق کابل به قطعه‌کار می‌رسد و از آنجا، با عبور از الکترود و انبر جوشکاری، به دستگاه جوش برمی‌گردد. بعضی از دستگاهها می‌توانند، بدون توجه به نحوهٔ اتصال الکترود و کابلها به دستگاه، جهت جریان را به سرعت تغییر دهند.

نحوهٔ اتصال الکترود و کابلها به ترمینالهای دستگاه جوش را **قطبیت** می‌نامند. جهت جریان، نوع قطبیت یا جریان جوشکاری را تعیین می‌کند.

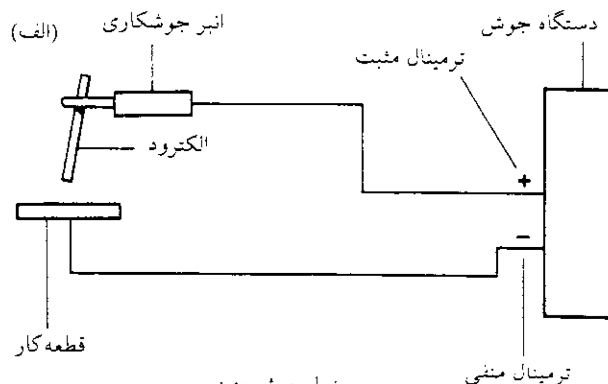
در جوشکاری با جریان مستقیم با قطبیت مستقیم (شکل ۱۱ـ۳)، کابل الکترود به ترمینال منفی و کابل قطعه‌کار به ترمینال مثبت دستگاه جوش متصل می‌شود. در این وضعیت، جریان از قطعه‌کار عبور می‌کند. بنابراین بخش عمدهٔ گرما ($\frac{۲}{۳}$ آن) به قطعه‌کار می‌رسد و الکترود کمتر از $\frac{۱}{۳}$ گرمای جوشکاری را دریافت می‌کند: در این حالت قطعه‌کار بیشتر از الکترود گرم می‌شود و بهتر است از الکترود باریک استفاده کرد. جوش حاصل از این وضعیت عمق نفوذ بیشتری دارد و خط جوش آن باریکتر است.

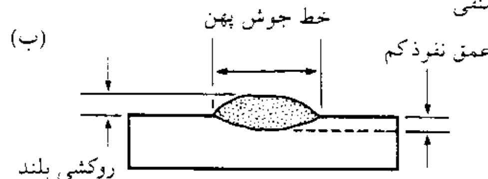




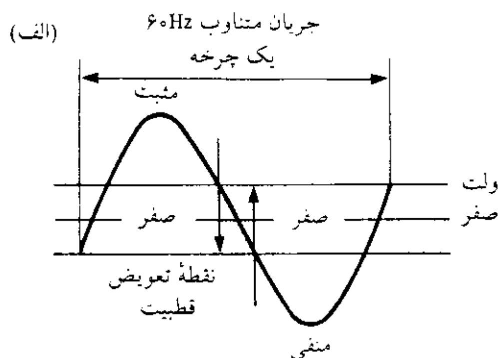
شکل ۱۱-۳ اتصال جریان مستقیم با قطبیت مستقیم: الف) مدار جوشکاری؛ ب) اثر جریان مستقیم با قطبیت مستقیم.

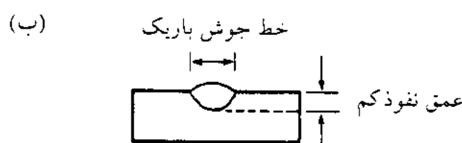
وقتی کابل الکترود به ترمینال مثبت و کابل قطعه‌کار به ترمینال منفی دستگاه جوش متصل شود، با وضعیت **جریان مستقیم با قطبیت معکوس** (شکل ۱۱-۴) سر و کار داریم. در این وضعیت جریان از الکترود عبور می‌کند؛ در نتیجه $\frac{۲}{۳}$ گرمای تولید شده به الکترود می‌رسد و قطعه‌کار فقط $\frac{۱}{۳}$ گرما را دریافت می‌کند. بنابراین الکترود از قطعه‌کار داغتر است و سریعتر ذوب می‌شود. در این وضعیت بهتر است از





شکل ۱۱-۴ اتصال جریان مستقیم با قطبیت معکوس: الف) مدار جوشکاری؛ ب) اثر جریان مستقیم با قطبیت معکوس.





شکل ۱۱-۵ جریان متناوب: الف) شکل موج ای‌سی؛ ب) جوش ای‌سی.

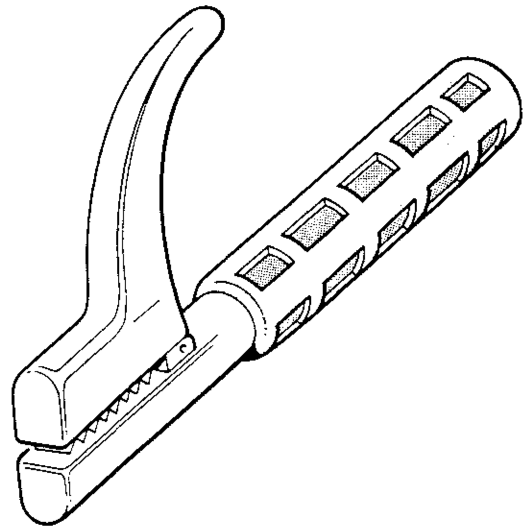
الکترودهای قطورتر استفاده شود. خط جوش حاصل کم‌عمق و عریض است.

در **جریان متناوب** (ای‌سی)، جهت جریان در هرثانیه ۱۰۰ بار (در کشورهایی که فرکانس برق ۵۰ هرتز است) تغییر می‌کند و در نتیجه قطبیت الکترود و قطعه‌کار، با آهنگ برابر، از مثبت به منفی، تعویض می‌شود (شکل ۱۱-۵)؛ یعنی در نیمی از اوقات الکترود مثبت (آند) است و در نیمی دیگر منفی (کاتد). تعویض سریع جهت جریان سبب می‌شود که گرمای جوشکاری به طور یکنواخت بین الکترود و قطعه‌کار تقسیم شود. در این وضعیت نصف گرما را الکترود می‌گیرد و بقیهٔ آن به قطعه‌کار می‌رسد. اثر توزیع یکنواخت گرمای جوشکاری، تولید جوشی متعادل، بانفوذ و پهنای متوسط است.

تجهیزات جانبی

در کارگاه جوشکاری، علاوه بر دستگاه جوش که قبلاً شرح داده شد، به تجهیزات دیگری نیز برای تکمیل دستگاه و ایمنی شخصی نیاز است.

انبر جوشکاری (شکل ۱۱-۶) وسیله‌ای شبیه انبر است که الکترود را با آن می‌گیرند. انبر جوشکاری به کابل برقی متصل می‌شود که به ترمینال دستگاه جوش اتصال دارد. انبر جوشکاری خوب باید:



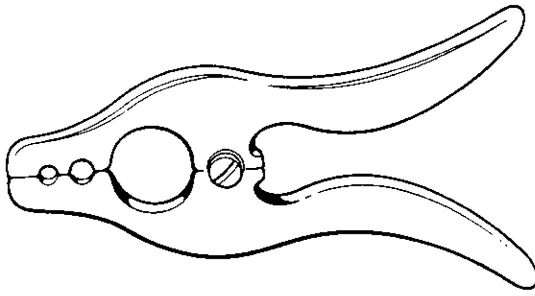
شکل ۱۱ـ۶ انبر جوشکاری.

۱. سبک باشد تا بتوان راحت آن را در دست نگه داشت؛
۲. به خوبی متعادل شده باشد؛
۳. به آسانی از گرما تأثیر نپذیرد؛
۴. الکترود را سفت بگیرد و به آسانی آن را رها کند؛
۵. به خوبی عایق شده باشد تا سبب برق‌گرفتگی نشود.

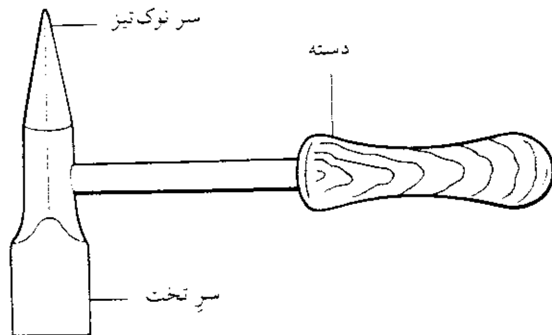
▲ وقتی دستگاه جوش روشن است، فکهای بی‌عایق انبر جوشکاری نباید با سطح میز کار تماس پیدا کنند. در صورت تماس جرقه‌ای ایجاد می‌شود که ممکن است به چشم صدمه بزند؛ به علاوه به سبب ایجاد اتصال کوتاه، ممکن است دستگاه جوش آسیب ببیند.

پرتو فرابنفشی که در حین جوشکاری قوسی تولید می‌شود، ممکن است به چشم کسانی که در اطراف هستند آسیب برساند. بنابراین محوطهٔ جوشکاری را باید با **پردهٔ جوشکاری** محصور کرد. این پرده را از کرباس ضخیم مقاوم در برابر آتش می‌سازند و در صورت امکان با رنگ سیاه یا خاکستری مقاوم در برابر عبور پرتو فرابنفش رنگ می‌زنند. در کارگاههای آموزشی بهتر است از **اتاقک جوشکاری** استفاده شود.

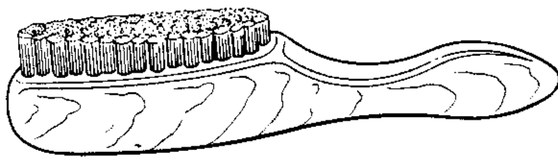
گیرهٔ اتصال زمین (شکل ۱۱ـ۷) اتصالی فلزی است که به



شکل ۱۱ـ۷ گیرهٔ اتصال زمین.



شکل ۱۱ـ۸ چکش گِل‌زنی.

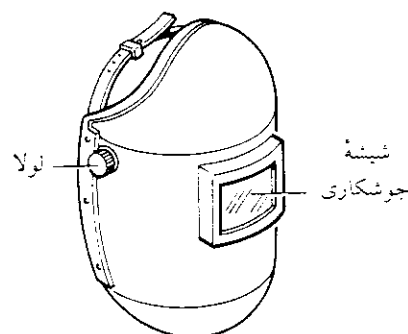


شکل ۱۱ـ۹ برس سیمی.

انتهای کابل برق متصل است و آن را به قطعه‌کار یا به میز جوشکاری وصل می‌کنند. گیرهٔ اتصال زمین باید همواره تمیز باشد. این گیره را نباید به قطعه‌کاری که کثیف، رنگ شده، چرب، یا روغنی است متصل کنید. هرگز این گیره‌ها را به اجسامی که ممکن است به آسانی آتش بگیرند وصل نکنید.

از **چکش گِل‌زنی** برای جداکردن یا شکستن سربارهٔ ایجاد شده روی خط جوش که اصطلاحاً آن را گِل می‌نامند، استفاده می‌شود. چکش **گِل‌زنی** دو سر است؛ یک سر آن تیز و سر دیگرش تخت است و به موازات دستهٔ چکش قرار دارد (شکل ۱۱ـ۸).

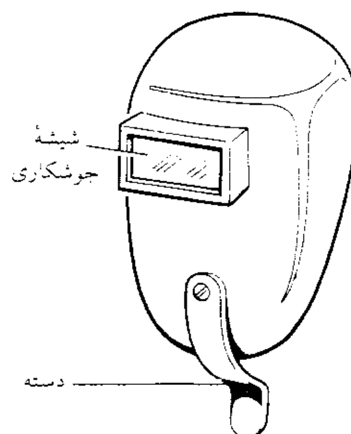
پس از زدن گِل جوش باید خط جوش را با استفاده از **برس سیمی** (شکل ۱۱ـ۹) تمیز کنید. در نتیجهٔ این کار مُکهای موجود در خط جوش آشکار می‌شوند و می‌توان آنها را



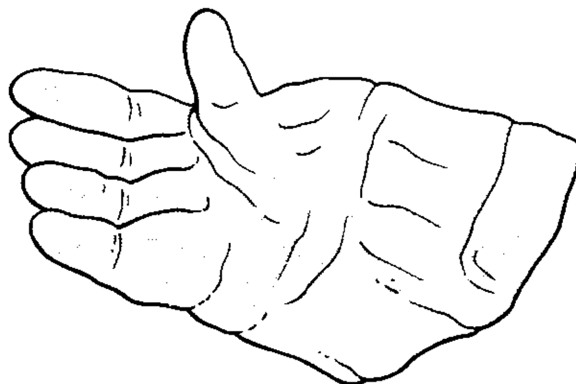
شکل ۱۱ـ۱۰ کلاه جوشکاری.

پرکرد. این برسها را از فولاد یا فولاد زنگ‌نزن می‌سازند.

جوشکار، برای حفاظت از گلو، صورت و پیشانی خود، در برابر پرتو فرابنفشی که قوس الکتریکی تولید می‌کند، کلاه جوشکاری به سر می‌گذارد. کلاه جوشکاری حفاظی در برابر گرما و جرقه نیز هست. می‌توان زیر این کلاه نیز یک کلاه معمولی به سر گذاشت تا از پوست سر محافظت کند. کلاه جوشکاری (شکل ۱۱ـ۱۰) دو شیشه دارد. شیشهٔ داخلی با رنگ مخصوصی رنگ شده است و از چشم در برابر نور شدید و پرتوهای نامرئی که به وسیلهٔ قوس تولید می‌شود، محافظت می‌کند. شیشه بیرونی، که قابل تعویض است، شیشه‌ای ساده و شفاف است. این شیشه مانع برخورد ذرات فلز به شیشهٔ داخلی و آسیب دیدن آن می‌شود. بیشتر کلاههای جوشکاری قابل تنظیم‌اند و می‌توان در هنگام نیاز آنها را بالا یا پایین آورد.



شکل ۱۱ـ۱۱ ماسک جوشکاری.



شکل ۱۱ـ۱۲ دستکش چرمی.

در هنگام جوشکاری می‌توان، به جای کلاه، از **ماسک جوشکاری** (شکل ۱۱ـ۱۱) استفاده کرد تا از صورت محافظت کند. ماسک جوشکاری را باید با دست نگه داشت و در هنگام استقرار قطعه‌کار برای برقراری قوس، باید آن را روی میز گذاشت. ماسک جوشکاری نیز، مانند کلاه جوشکاری، دو شیشه دارد: یکی ساده و دیگری رنگی. کارکردن با ماسک دشوارتر از کلاه است، اما برای هنرجویانی که عملیات جوشکاری را تماشا می‌کنند مناسب است.

پیشبند و دستکش چرمی (شکل ۱۱ـ۱۲) از جمله پوشاک مقاوم در برابر شعله‌اند که جوشکار آنها را می‌پوشد تا از لباس زیری و بدن خود، در برابر جرقه، فلز مذاب و فلز داغی که جوش داده می‌شود، محافظت کند. پیشبند باید به اندازهٔ کافی بلند باشد و دستکش باید اندازهٔ دست باشد.

الکترودهای جوشکاری

الکترود مفتول فلزی لخت یا روپوش‌داری است که ترکیب فلزی آن شبیه ترکیب فلزاتی است که باید به هم جوش داده شوند. جریان برقی که از دستگاه جوش می‌آید از الکترود عبور می‌کند و در انتهای آن قوس الکتریکی ایجاد کرده، الکترود قطعه‌کار را ذوب می‌کند و حوضچهٔ مذابی تشکیل می‌دهد که به صورت خط جوش منجمد می‌شود.

الکترودها را برحسب نوع فلزی که باید جوشکاری شود دسته‌بندی می‌کنند. پنج دستهٔ اصلی وجود دارد:

۱. فولاد نرم؛
۲. چدن؛
۳. فولاد پرکربن؛
۴. فولاد مخصوص آلیاژی؛
۵. فلزات غیرآهنی.

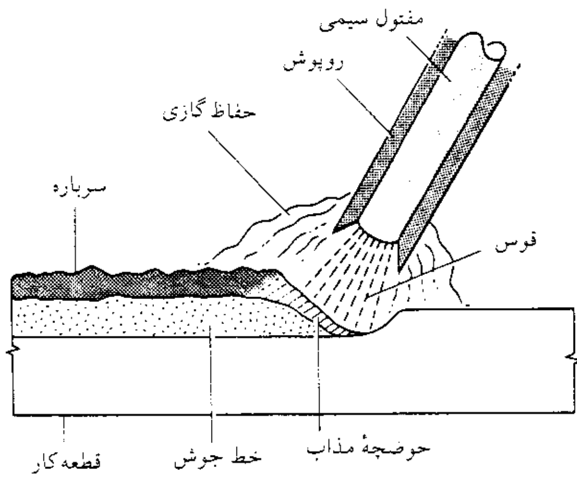
الکترودها را می‌توان برحسب نوع دستگاه جوش مورد استفاده (دی‌سی یا ای‌سی) و برحسب روش جوشکاری نیز دسته‌بندی کرد:

۱. جوشکاری در وضعیت تخت؛
۲. جوشکاری افقی؛
۳. جوشکاری تخت و افقی؛
۴. جوشکاری عمودی.

هر دسته از الکترودها را می‌توان به صورت لخت یا روپوش‌دار تولید کرد. **الکترود لخت** روپوش ندارد یا پوشش جزئی دارد. جوشکاری با الکترود لخت دشوار است و جوش حاصل از آن شکننده و کم‌استحکام است. این نوع الکترود به میزان محدودی تولید و عرضه می‌شود. **الکترود روپوش‌دار** پوشش ضخیمی از مواد مختلف، مانند دیوکسید تیتانیم (TiO_2)، منگنز، فروسیلیسیم، پودر نیکل، مولیبدن، پودر آهن، فلورید کلسیم، کربنات کلسیم و سیلیکات منیزیم ـ آلومینیم دارد. **سیم مغزهٔ الکترود** حامل جریان جوشکاری است و فلز پرکن اضافی برای پرکردن درز را تأمین می‌کند.

روپوش الکترود چند وظیفه دارد:

۱. به عنوان عامل تمیزکننده و اکسیدزدا (گدازآور) در حوضچهٔ مذاب عمل می‌کند.
۲. قوس را پایدار می‌سازد، ایجاد قوس را آسانتر می‌کند و **ترشح** را کاهش می‌دهد.
۳. روی خط جوش سرباره‌ای تشکیل می‌دهد که محافظ خط جوش است و آهنگ سرد شدن جوش را کاهش می‌دهد. بدین ترتیب **شکلپذیری** جوش افزایش می‌یابد.
۴. گازی خنثی تولید می‌کند که محافظ حوضچهٔ مذاب در برابر اکسیدها و نیتریدهاست.



شکل ۱۱ـ۱۳ الکترود روپوش‌دار در حال مصرف.

۵. نفوذ جوش را افزایش می‌دهد.
۶. آهنگ ذوب شدن الکترود و فلز را افزایش می‌دهد و در نتیجه سرعت جوشکاری افزایش می‌یابد.

در شکل ۱۱-۱۳ یک الکترود روپوش‌دار در حال مصرف نشان داده شده است.

انتخاب الکترود

الکترود خوب قوس را پایدار می‌سازد، خط جوش را به سرعت ایجاد می‌کند، کمترین ترشح را سبب می‌شود، جوش حاصل از آن بیشترین استحکام را دارد و گِل آن به آسانی زده می‌شود. برای دستیابی به همهٔ این خواص، باید برای هر کار الکترود مناسب را انتخاب کنید. در هنگام انتخاب الکترود باید عاملهایی از قبیل ماهیت فلزی که باید جوش داده شود، قطر الکترود، نوع اتصال، وضعیت جوشکاری و نوع جریان برق مورد استفاده را در نظر بگیرید.

سیم مغزهٔ الکترود باید با قطعه‌کار هم‌جنس باشد. همیشه از قطورترین الکترود ممکن استفاده کنید؛ در نتیجه سرعت جوشکاری افزایش می‌یابد و جریان بیشتری از الکترود می‌گذرد. قطر الکترود نباید از ضخامت فلزی که جوشکاری می‌شود بیشتر باشد. بهتر است الکترودی انتخاب کنید که قطر آن با ضخامت ورق برابر باشد.

جدول ۱۱ـ۱ جریانهای مورد استفاده در جوشکاری

قطر الکترود (mm)	نمرهٔ ورق	جریان (آمپر)
۲٫۰۰	۱۴	۷۰ـ۵۵
۲٫۵۰	۱۲	۹۰ـ۴۰
۳٫۱۵	۱۰	۱۳۰ـ۸۰
۴٫۰۰	۸	۱۳۰ـ۱۲۰
۵٫۰۰	۶	۲۶۰ـ۱۵۰
۶٫۰۰	۴	۳۵۰ـ۱۹۰

درزهایی که لبهٔ آنها کمتر پخ خورده است، مانند درز لب‌به‌لب گونیا، باید با الکترودی جوش داده شوند که عمق نفوذ بیشتری دارد. درزهایی که شکاف باز دارند باید با الکترودی جوشکاری شوند که بتواند شکاف را به سرعت پر کند. الکترودی را انتخاب کنید که برای وضعیت جوشکاری مورد نظر طراحی شده باشد. مشخصات فنی الکترود را وارسی کنید و طرحی را انتخاب کنید که با قطعیت مورد نظر تناسب داشته باشد. در جدول ۱۱ـ۱ گسترهٔ جریان جوشکاری توصیه شده برای الکترود با قطرهای مختلف ذکر شده است.

تمرین جوشکاری قوسی

در این بخش مراحل آماده‌سازی دستگاه جوش قوسی، ایجاد قوس، نشاندن خط جوش، جوش دادن درزهای مختلف‌و جوشکاری در وضعیتهای‌مختلف،معرفی می‌شود.

متغیرهای مختلف و اثر آنها

برای درک بهتر فنون و راه‌کارهای جوشکاری قوسی و استفاده از آنها، باید با بعضی متغیرهایی که احتمال می‌رود بر کار شما تأثیر بگذارد و نحوهٔ کنترل یا اجتناب از آنها آشنا شوید. این متغیرها عبارت‌اند از انتخاب الکترود، تنظیم جریان، طول قوس (ولتاژ)، سرعت جوشکاری و زاویهٔ الکترود.

انتخاب الکترود

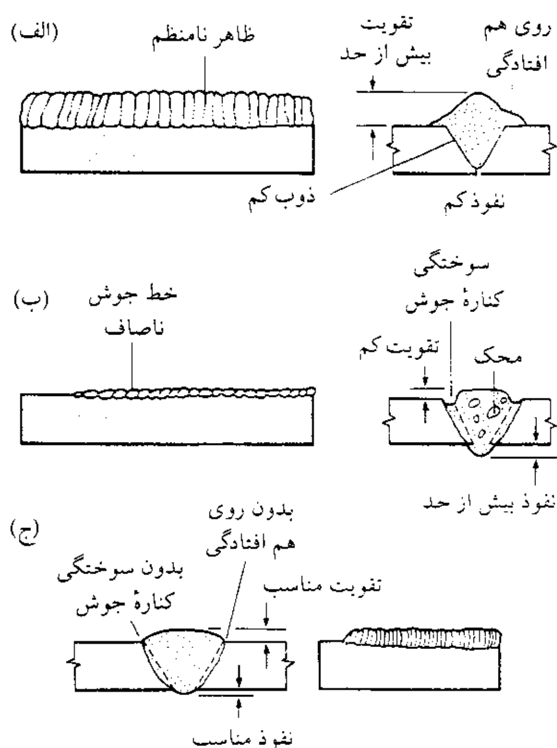
استفاده از الکترودی با نوع نامناسب یا اندازهٔ نادرست، سبب تولید خط جوش نامطلوب می‌شود. الکترود نامناسب بر پارامترهای زیر اثر می‌گذارد:

۱. استحکام جوش؛
۲. نفوذ جوش؛
۳. زمان جوشکاری؛
۴. سوختگی کنارهٔ جوش؛
۵. روی هم افتادگی اضافی جوش.

تغییرات جریان

جریان جوشکاری را باید به درستی انتخاب کرد. اگر جریان جوشکاری بیش از اندازه کم یا زیاد باشد، اثر شدیدی بر خط جوش می‌گذارد.

هرگاه جریان جوشکاری خیلی کم باشد (شکل ۱۱ـ۱۴الف) حوضچهٔ جوش کوچک می‌شود، عمق نفوذ کاهش می‌یابد، فلز کمتر ذوب می‌شود و **تقویت**، روی هم افتادگی و نامنظمی ظاهری جوش بیشتر می‌شود. هرگاه جریان جوشکاری خیلی زیاد باشد (شکل ۱۱ـ۱۴ب)،



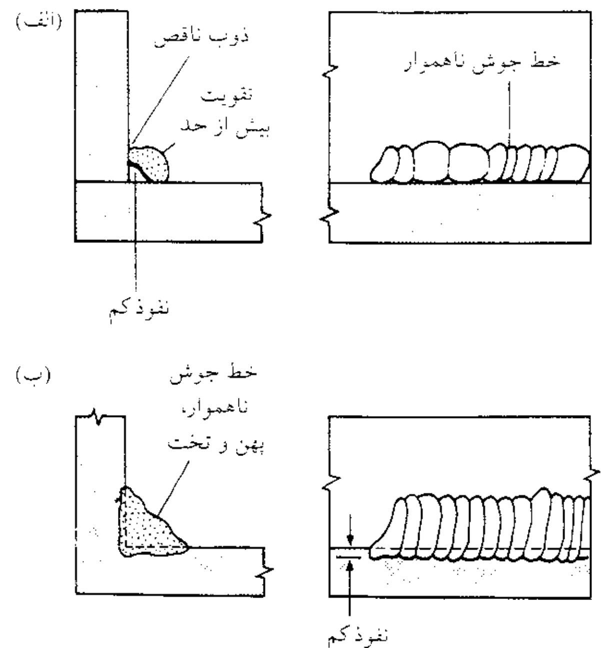
شکل ۱۱ـ۱۴ جریان جوشکاری: الف) خیلی کم؛ ب) خیلی زیاد؛ ج) مناسب.

مصرف الکترود افزایش می‌یابد، حوضچهٔ جوش بزرگ می‌شود، ترشح فلز افزایش می‌یابد (که سبب ایجاد صدایی نایکنواخت می‌شود)، خط جوش ناهموار می‌شود، تعداد مکها و عمق نفوذ افزایش می‌یابد. هرگاه جریان جوشکاری مناسب باشد (شکل ۱۱-۱۴ج)، حوضچهٔ مذابی با اندازهٔ کافی تولید می‌شود، قوس به آسانی ایجاد می‌شود، تقویت و نفوذ کافی است، از سوختگی کنارهٔ جوش و روی هم افتادگی اثری دیده نمی‌شود و خط جوش تمیز است.

طول قوس

طول قوس برابر است با فاصلهٔ نوک الکترود از سطح قطعه‌کار در حین جوشکاری. طول قوس بر ولتاژ جوشکاری تأثیر مستقیم دارد. طول قوس مناسب به نوع و اندازهٔ الکترود مورد استفاده بستگی دارد. در حالت ایدئال، طول قوس نباید از ۳mm بیشتر شود.

هرگاه قوس خیلی کوتاه باشد (شکل ۱۱-۱۵الف) گرمای تولید شده کمتر از میزان مورد نیاز خواهد بود، فلز کافی ذوب نخواهد شد، حوضچهٔ جوش بیش از حد کوچک می‌شود، خط جوش باریک خواهد بود، عمق نفوذ کاهش می‌یابد، صدای قوس کم می‌شود، تقویت افزایش می‌یابد و خط جوش ناهموار می‌شود. هرگاه قوس خیلی بلند باشد (شکل ۱۱-۱۵ب)، گرمای زیادی تولید می‌کند و الکترود بیش از اندازه ذوب می‌شود، خط جوش پهن و تخت می‌شود و سطح ناهمواری پیدا می‌کند، فلز بیش از حد ترشح می‌شود، قوس ناپایدار می‌شود و عمق نفوذ کاهش می‌یابد.



شکل ۱۱-۱۵ طول قوس: الف) خیلی کوتاه؛ ب) خیلی بلند.

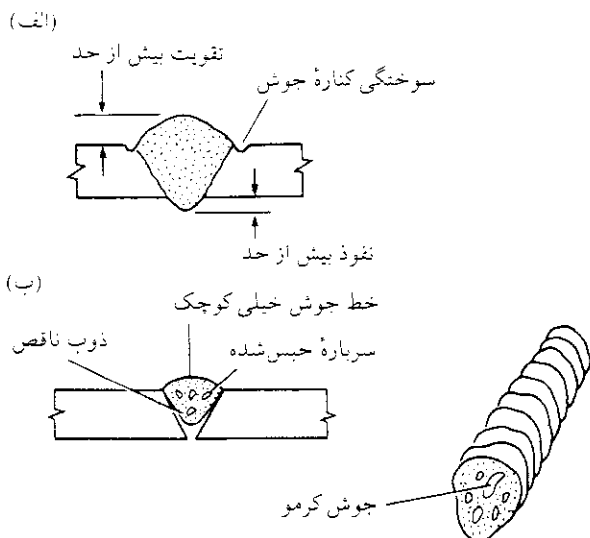
سرعت جوشکاری

منظور از سرعت جوشکاری، سرعت حرکت الکترود از یک سر درز تا سر دیگر آن است. سرعت جوشکاری را باید به درستی تنظیم کرد تا خط جوشی با عمق نفوذ، ذوب و تقویت مناسب تولید شود.

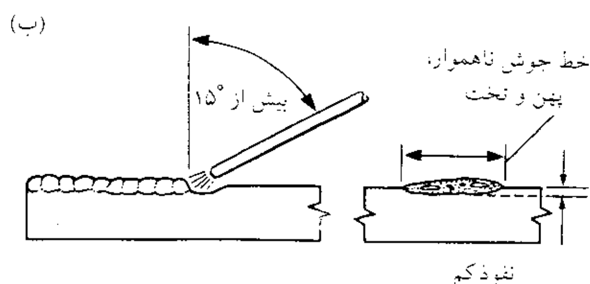
اگر سرعت جوشکاری خیلی کم باشد (شکل ۱۱-۱۶الف)، حوضچهٔ جوش بیش از حد داغ می‌شود، خط جوش پهن می‌شود، تقویت افزایش می‌یابد، سطح خط جوش ناهموار می‌شود، عمق نفوذ افزایش می‌یابد و جوش می‌سوزد. هرگاه سرعت جوشکاری خیلی زیاد باشد (شکل ۱۱-۱۶ب)، جوش به سرعت سرد می‌شود، حوضچهٔ جوش خیلی کوچک می‌شود، سرباره و ناخالصیها در خط جوش به دام می‌افتند، از حوضچهٔ جوش به خوبی محافظت نمی‌شود و فلز و الکترود درست ذوب نمی‌شوند.

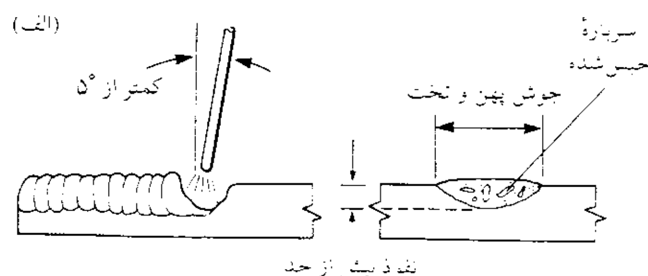
زاویهٔ الکترود

زاویهٔ الکترود با محور جوش، در حین جوشکاری، زاویهٔ



شکل ۱۱-۱۶ سرعت جوشکاری: الف) خیلی کم؛ ب) خیلی زیاد.





شکل ۱۱ـ۱۷ زاویهٔ جوش : الف) خیلی کوچک ؛ ب) خیلی بزرگ.

جوش یا زاویهٔ حرکت نام دارد. هر جوشکاری زاویهٔ جوش خاص خود دارد، اما بهترین نتیجه هنگامی حاصل می‌شود که زاویهٔ جوش بین ۵° و ۱۵° باشد.

اگر زاویهٔ جوش **خیلی کوچک** باشد ـ یعنی از ۵° کمتر باشد (شکل ۱۱ـ۱۷الف) ـ گرمای بیش از حد در حوضچهٔ جوش متمرکز می‌شود، سرباره در خط جوش به دام می‌افتد، عمق نفوذ افزایش می‌یابد، حوضچهٔ جوش از کنترل خارج می‌شود و خط جوش پهن، تخت و ناصاف ایجاد می‌شود. اگر زاویهٔ جوش **خیلی بزرگ** باشد ـ یعنی از ۱۵° بیشتر باشد (شکل ۱۱ـ۱۷ب) ـ حوضچهٔ جوش باریک و غیر قابل کنترل می‌شود، خط جوش پهن، تخت و ناصاف می‌شود، عمق نفوذ کاهش می‌یابد، سرباره در خط جوش به دام می‌افتد، از قوس و حوضچهٔ جوش حفاظت نمی‌شود و گرمای بیش از اندازه‌ای به خط جوش می‌رسد.

تمرین ۱ : آماده کردن تجهیزات برای جوشکاری قوسی

۱. دستگاه جوش باید آماده و در وضعیت ایمن باشد.
۲. همهٔ ابزارها و تجهیزات ایمنی لازم، مانند کلاه جوشکاری با شیشه‌های مناسب، پیشبند و دستکش چرمی، چکش گِل‌زنی و برس سیمی را تهیه کنید.
۳. گیرهٔ اتصال زمین را به قطعه‌کار، یا اگر رویهٔ میز کار فلزی است، به میز کار متصل کنید.
۴. سر لخت الکترود را با انبر بگیرید. مطمئن شوید که انبر الکترود را سفت گرفته است.
۵. دستگاه جوش را روشن کنید.
۶. جریان را متناسب با قطر الکترود انتخاب شده یا ضخامت فلزی که می‌خواهید جوشکاری کنید، تنظیم کنید. اگر در مورد جریان لازم یقین ندارید، به پاکت الکترود یا هر جدول مرجعی که در اختیار دارید رجوع کنید.
۷. قطبیت را طوری انتخاب کنید که با نوع الکترود مصرفی تطبیق داشته باشد، به ویژه اگر از دستگاه جوش دی‌سی استفاده می‌کنید.
۸. لباس ایمنی را بپوشید.

اکنون برای شروع جوشکاری آماده هستید، اما اگر از کارکرد کلیدهای انتخابی روی دستگاه اطمینان ندارید، با شخص دیگری (مثلاً مربی خود) که با دستگاه جوش آشناست، مشورت کنید.

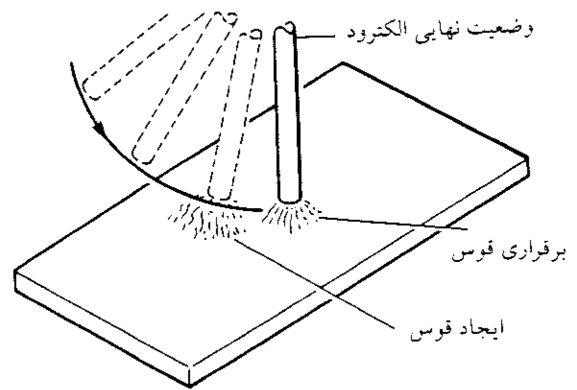
ایجاد و حفظ قوس الکتریکی

برای ایجاد قوس الکتریکی از دو روش می‌توان استفاده کرد: **روش خراشی و روشی ضربه‌ای.**

تمرین ۲: روش خراشی

شکل ۱۱ـ۱۸ را ببینید.

۱. انبر را محکم در دست بگیرید.
۲. الکترود را در نقطه‌ای که باید جوشکاری آغاز شود پایین بیاورید تا به فاصلهٔ 25mm از سطح قطعه‌کار برسد.
۳. صورت خود را با کلاه یا ماسک جوشکاری بپوشانید و الکترود را چند سانتیمتر روی قطعه‌کار بکشید؛ درست مانند وقتی که می‌خواهید کبریت روشن کنید.
۴. وقتی نوک الکترود با سطح قطعه‌کار تماس پیدا می‌کند،



شکل ۱۱ـ۱۸ روش خراشی برای ایجاد قوس.

قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. الکترود را به‌تدریج بالا بکشید تا فاصلهٔ آن از سطح قطعه‌کار به ۹ تا ۱۲ میلیمتر برسد. این فاصلهٔ مناسب برای پیشگرم‌کردن قطعه‌کار است.

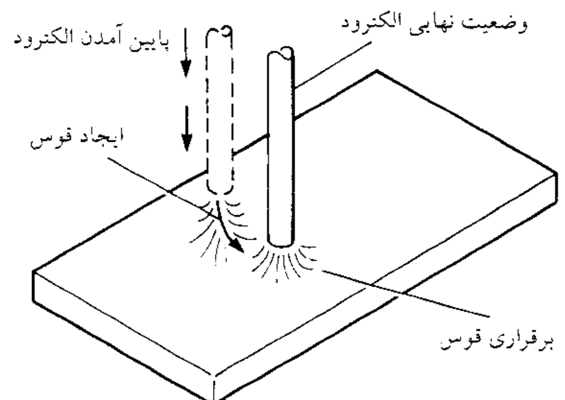
۵. در حدود یک دقیقه این فاصله را حفظ کنید تا قطعه‌کار پیشگرم شود. با پیشگرم کردن قطعه می‌توان از نفوذ مناسب در آغاز جوشکاری مطمئن شد.

۶. فاصلهٔ الکترود تا سطح قطعه‌کار را کاهش دهید تا طول قوس به اندازهٔ مناسب، یعنی ۲ تا ۳ میلیمتر برسد و الکترود را در طول درز جابه‌جا کنید تا خط جوش ایجاد شود؛ سپس الکترود را عقب بکشید تا قوس قطع شود.

۷. این تمرین را تکرار کنید تا بر این عمل مسلط شوید.

تمرین ۳: روش ضربه‌ای

اساس این روش ایجاد تماس بین قطعه‌کار و نوک الکترود، درست در نقطهٔ آغاز جوشکاری است (شکل ۱۱-۱۹). این



شکل ۱۱ـ۱۹ روش ضربه‌ای برای ایجاد قوس.



شکل ۱۱ـ۲۰ ایجاد قوس الکتریکی.

روش شامل مراحل زیر است:

۱. انبر جوشکاری را محکم در دست بگیرید.

۲. آن را روی نقطهٔ آغاز جوشکاری پایین بیاورید تا نوک الکترود به فاصلهٔ ۲۵ میلیمتری سطح قطعه‌کار برسد.

۳. صورت و چشم خود را با کلاه یا ماسک جوشکاری بپوشانید.

۴. با نوک الکترود مستقیماً به سطح قطعه‌کار ضربه بزنید.

۵. الکترود را بالا بکشید تا قوس ایجاد شود؛ فاصلهٔ مناسب برای پیشگرم کردن در حدود ۹ تا ۱۲ میلیمتر است. توجه داشته باشید که اگر الکترود را بیش از اندازه بالا بکشید قوس قطع می‌شود.

این تمرین را تکرار کنید تا بر این عمل تسلط پیدا کنید (شکل ۱۱-۲۰).

تمرین ۴: نشاندن خط جوش

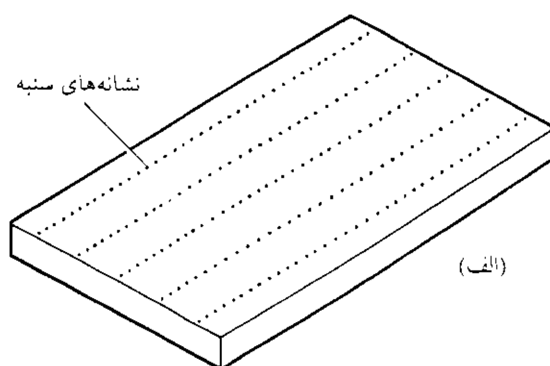
شکل ۱۱-۲۱ را ببینید.

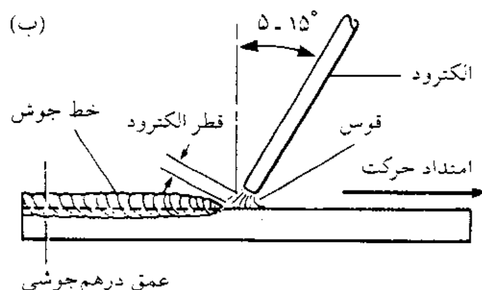
مواد لازم:

ورق فولاد نرم، به ابعاد 150mm × 100mm × 3mm.

روش کار:

۱. روی ورق خطوط موازی، به فاصلهٔ 12mm از هم رسم کنید. این خطوط را با سنبه نشانه‌گذاری کنید.
۲. در سر یکی از خطوط، قوس الکتریکی ایجاد کنید و قوس را برقرار نگه دارید تا قطعه‌کار پیشگرم شود.
۳. الکترود را به آهستگی روی خط جابه‌جا کنید تا به سر دیگر آن برسید. زاویهٔ الکترود را °۹۰ و زاویهٔ کار را در حدود °۱۵ بگیرید.
۴. همچنان که الکترود ذوب و کوتاه می‌شود آن را پایین ببرید تا طول قوس ثابت بماند. پهنای خط جوش را در سراسر طول آن ثابت نگه دارید.





شکل ۱۱-۲۱ نشاندن خط جوش: الف) آماده‌سازی ورق؛ ب) خط جوش.

۵. این تمرین را روی خطوط دیگر هم انجام دهید. برای جابه‌جا کردن الکترود از الگوهای مختلف حرکتی استفاده کنید.

چالهٔ جوش ــ یعنی تورفتگی یا شکاف باقیمانده در انتهای خط جوش ــ باید پر شود؛ در غیر این صورت جوش ضعیف می‌شود و بر اثر خستگی می‌شکند.

خط جوشهایی راکه نشانده‌اید وارسی و چاله‌های جوش را پر کنید.

تمرین ۵: اتصال لب‌به‌لب گونیا در وضعیت تخت

شکل ۱۱-۲۲ را ببینید.

مواد لازم:

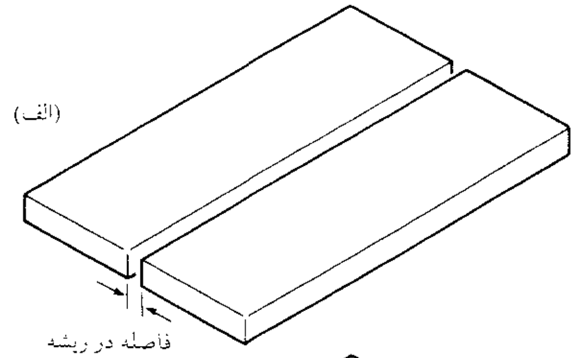
دو قطعه‌ورق‌از فولاد نرم، به‌ابعاد 150mm × 50mm × 3mm.

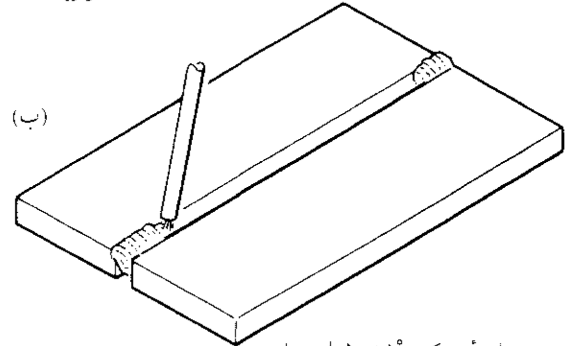
روش کار:

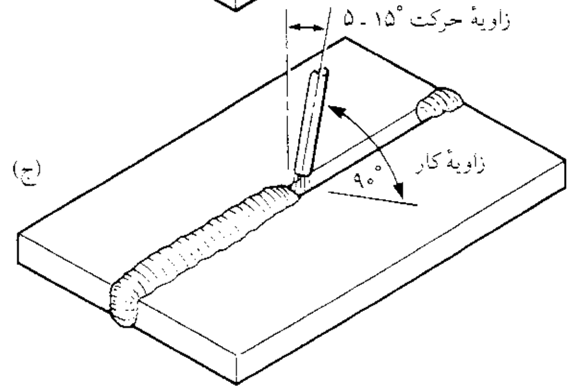
۱. دو قطعه ورق را لب‌به‌لب، به فاصلهٔ 3mm از یکدیگر، مطابق شکل روی میز کار قرار دهید.
۲. الکترود فولاد نرم یا همه‌منظوره، با قطر مناسب یعنی 3mm، انتخاب کنید.
۳. دستگاه جوش را روی جریان مناسب تنظیم کنید.
۴. دو سر درز را خال‌جوش بزنید.
۵. گِل خال‌جوشها را بزنید، آنها را تمیز و از لحاظ ذوب وارسی کنید.
۶. جوشکاری را از یک سر درز آغاز کنید و به طرف سر دیگر بروید.

از ذوب یکنواخت و کافی و نفوذ مناسب ریشهٔ جوش مطمئن شوید.

۷. جوشکاری را تا انتهای درز ادامه دهید، زاویهٔ جوشکاری (حرکت) را ۵ تا °۱۵ و زاویهٔ کار را °۹۰ بگیرید.







شکل ۱۱ـ۲۲ اتصال لب‌به‌لب گونیا در وضعیت تخت: الف) نحوهٔ قرار گرفتن ورقها؛ ب) خال‌جوش؛ ج) زوایای صحیح کار و حرکت.

۸. گِل جوش را بزنید؛ جوش را تمیز کنید و مراقب باشید که چاله نداشته باشد.

۹. در صورت وجود چاله، آن را پر کنید.

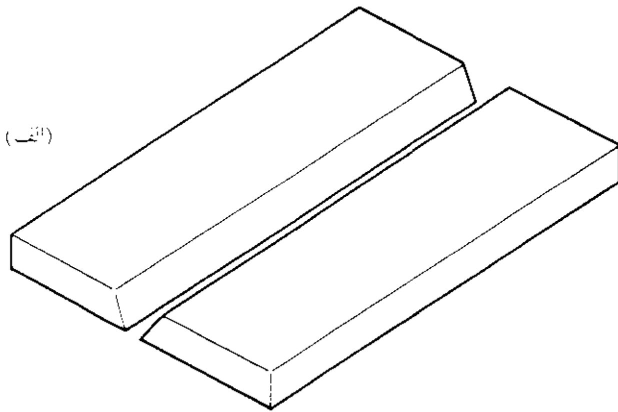
تمرین ٦: اتصال جناغی در وضعیت افقی

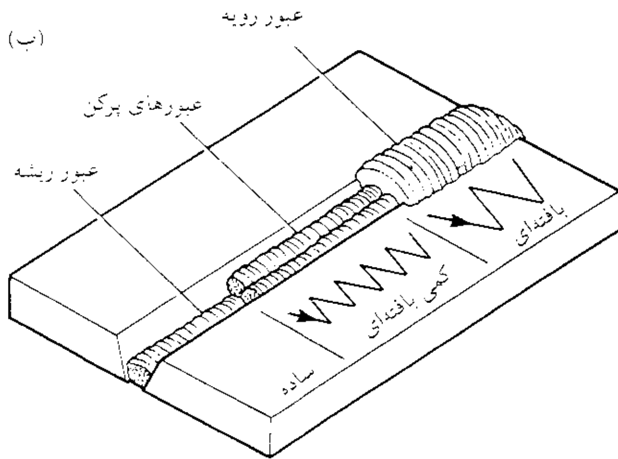
مواد لازم:

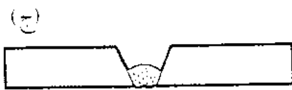
دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۵۰mm × ۹mm.

روش کار:

۱. لبهٔ هر دو ورق را، با استفاده از سنگ یا سوهان، پخ بزنید.











شکل ۱۱ـ۲۳ اتصال جناغی در وضعیت تخت: الف) استقرار ورقها؛ ب) نشاندن چند لایه جوش؛ ج) عبور ریشه؛ د) عبورهای پرکن؛ ه) عبور رویه.

۲. ورقها را مطابق شکل ۱۱ـ۲۳ (الف) کنار هم قرار دهید.

۳. ریشهٔ اتصال را در هر دو سر، خال‌جوش بزنید.

۴. برای عبور ریشه، از الکترود همه‌منظوره به قطر ۴٫۵mm استفاده کنید.

۵. قطبیت جریان را درست تنظیم کنید.

۶. پاس ریشه را از یک سر تا سر دیگر درز، جوش دهید.

- در این عبور اول نیازی به پس و پیش بردن الکترود نیست.
- زاویهٔ کار را °۹۰ و زاویهٔ حرکت را بین °۵ و °۱۵ بگیرید.
- ذوب و نفوذ باید کافی باشد.
- پیش از قطع قوس، همهٔ چاله‌ها را پرکنید.

۷. گِل جوش را بزنید و خط جوش را با برس سیمی تمیز کنید.

۸. الکترود را عوض کنید و جریان برق را برای استفاده از الکترود ۳ میلیمتری تنظیم کنید.

۹. نخستین پاس پرکن را در یک طرف درز جوش دهید؛ این اولین لایهٔ جوش است که روی خط جوش قبلی نشانده می‌شود.

۱۰. دومین پاس پرکن را در کنار پاس اول و در طرف دیگر درز، جوش دهید (شکل ۱۱ـ۲۳ ب).

در عبور دوم الکترود را کمی پیش و پس ببرید تا فلز جوش با فلز جوش عبور اول مخلوط شود. مراقب باشید که این خط جوشها به اندازهٔ کافی در جوش ریشه نفوذ کنند.

۱۱. گِل جوش را بزنید و هر دو خط جوش را تمیز کنید.

۱۲. پاس رویه را جوش دهید؛ این لایه، سطح فوقانی خط جوش را تشکیل می‌دهد.

در عبور رویه الکترود را پیش و پس ببرید و در انتهای هر حرکت اندکی مکث کنید و زاویهٔ کار را چنان تنظیم کنید که روی هم افتادگی یا سوختگی کنارهٔ جوش رخ ندهد.

۱۳. گِل جوش را بزنید، آن را با برس تمیز کنید و خط جوش کامل شده را از لحاظ ذوب، نفوذ و تقویت کافی بررسی کنید.

برای تکمیل کردن مهارت خود در اجرای این عملیات، تمرینهای زیر را انجام دهید:

۱. یک درز جناغی یک‌طرفه را، روی ورقهایی با همان ضخامت تمرین ۶، جوش دهید.

۲. یک درز جناغی دوطرفه روی ورق فولاد نرم به ضخامت ۱۸mm برای جوشکاری آماده کنید و آن را جوش بدهید.

تمرین ۷: اتصال لب‌برلب در وضعیت تخت

با استفاده از تجربه‌ای که در تمرینهای قبل کسب کرده‌اید، یک درز لب‌برلب، مطابق شکل ۱۱ـ۲۴ جوش دهید. از ورق فولاد نرم، به ضخامت ۹mm، استفاده کنید.

به زوایای کار در هر مرحله توجه و از آنها استفاده کنید. زاویهٔ حرکت را ۵ تا °۱۵ بگیرید. در هر مرحله، مطمئن شوید که ذوب مناسب، نفوذ به اندازه و آمیزش مطلوب انجام شده و تقویت کافی است.

تمرین ۸: اتصال سپری و گوشه‌ای در وضعیت تخت

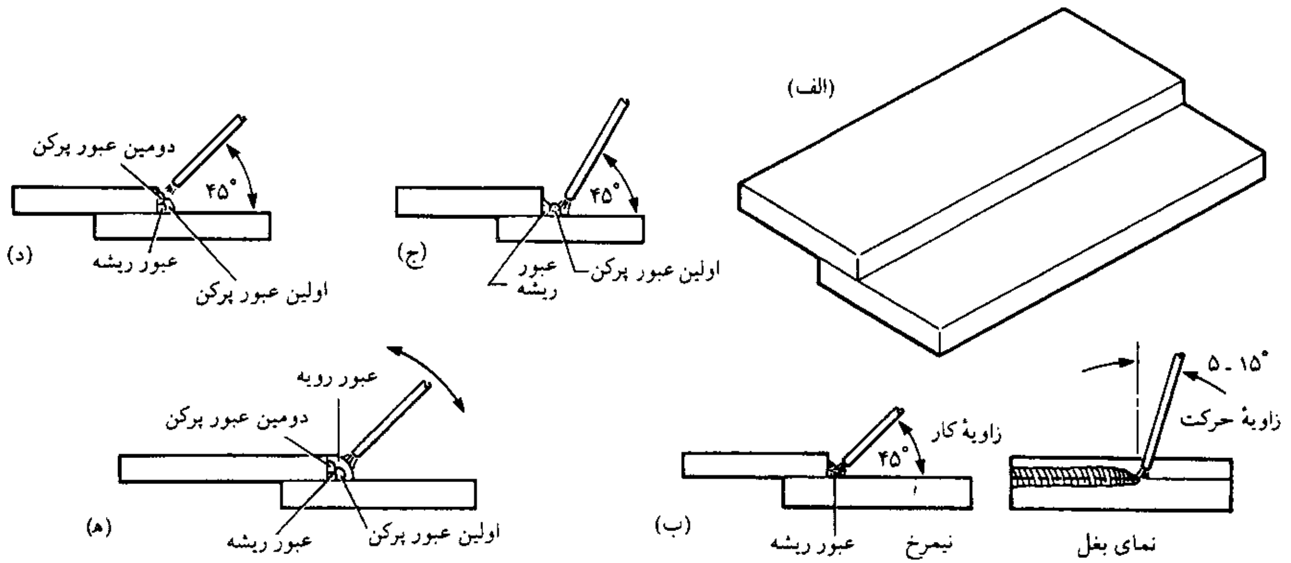
از ورق فولاد با ضخامت یادشده استفاده کنید و عملیات نشان داده شده در شکلهای ۱۱ـ۲۵ و ۱۱ـ۲۶ را انجام دهید. زاویهٔ کار را مطابق شکل ۱۱ـ۲۵ و زاویهٔ حرکت را °۵ تا °۱۵ را بگیرید.

این عملیات را تکرار کنید تا در آنها مهارت بیابید.

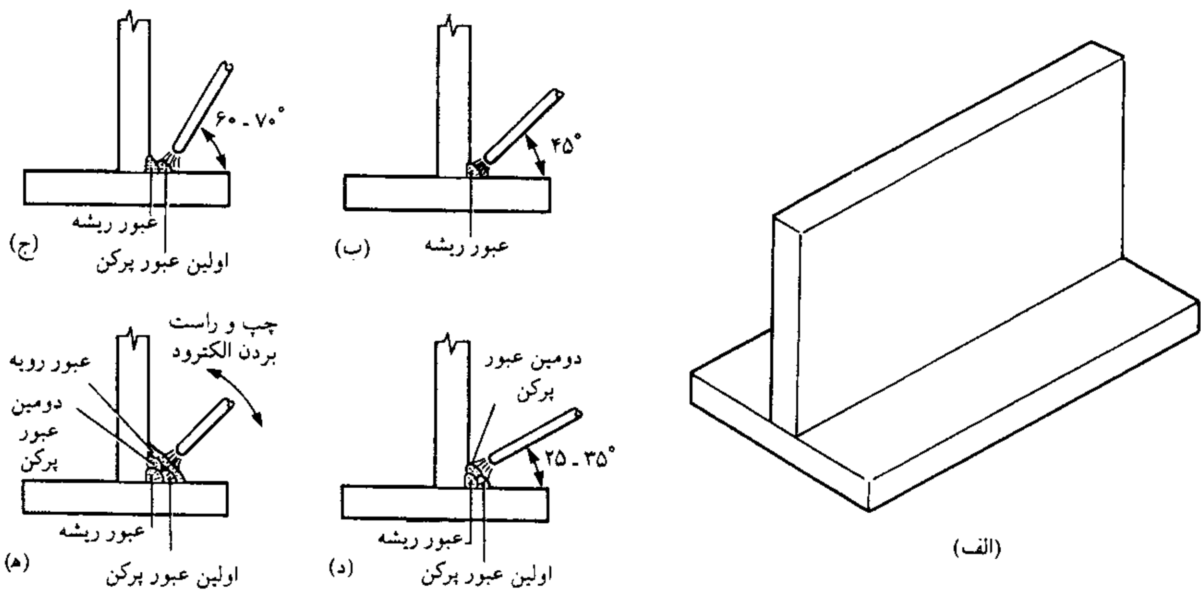
جوشکاری در وضعیتهای نامناسب

جوشکاری در هر وضعیتی غیر از وضعیت تخت، جوشکاری در وضعیت نامناسب است. سه نوع اصلی جوشکاری در وضعیت نامناسب عبارت‌اند از افقی، عمودی و بالاسری.

به طور کلی جوشکاری در وضعیت نامناسب از جوشکاری در وضعیت تخت دشوارتر است و به زمان و



شکل ۱۱-۲۴ اتصال لب‌برلب در وضعیت تخت: الف) چیدن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) اولین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن؛ ه) عبور رویه.

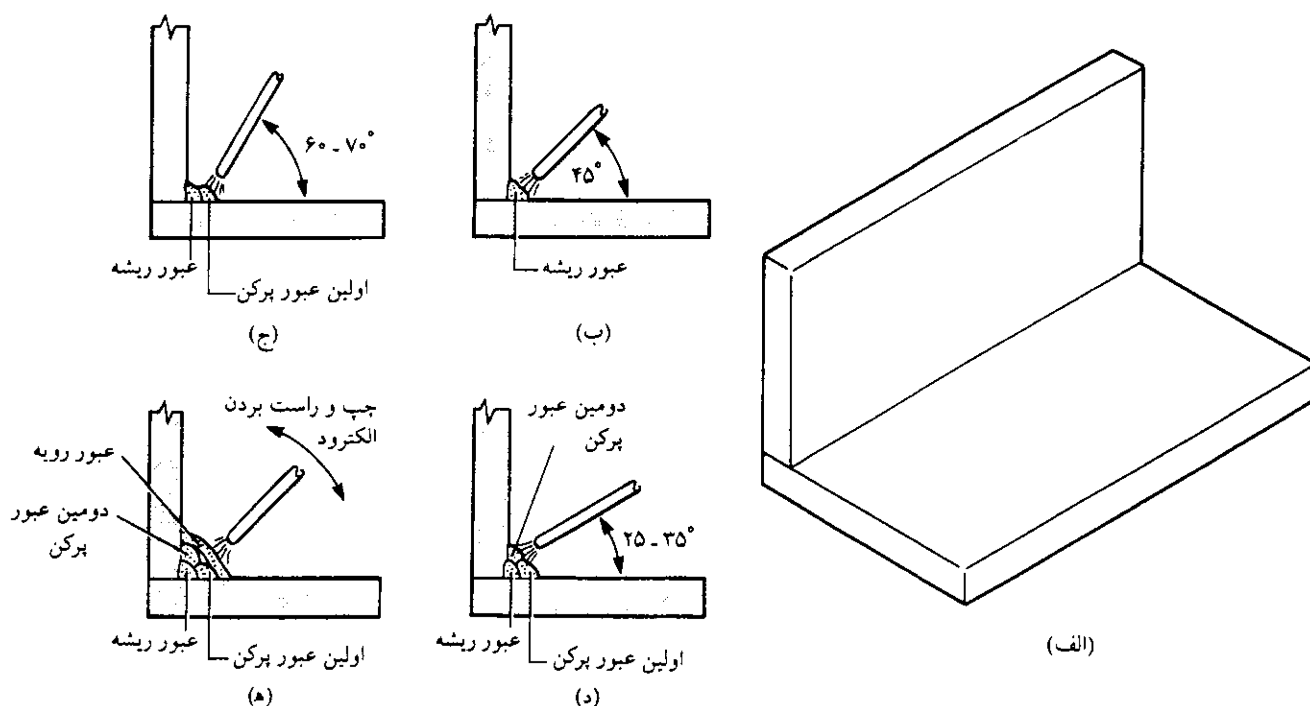


شکل ۱۱-۲۵ اتصال سپری در وضعیت تخت: الف) چیدن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) نخستین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن؛ ه) عبور رویه.

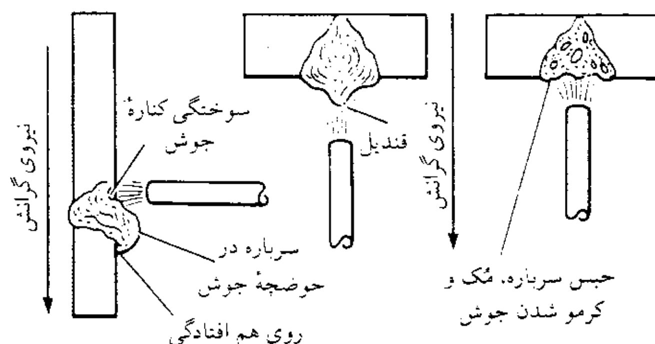
مهارت بیشتری نیاز دارد. مشکل اصلی کنترل حوضچهٔ جوش است. گرانش سبب می‌شود که حوضچهٔ جوش و سرباره از قوس جلو بزنند و حوضچهٔ جوش شکم بدهد. در نتیجهٔ این اتفاق، عیوبی از قبیل حبس سرباره در جوش، تخلخل و روی هم افتادگی ایجاد می‌شود (شکل ۱۱-۲۷). برای غلبه بر این مشکل، باید حوضچهٔ جوش کوچکی ایجاد کنید که بتوان آن را به آسانی کنترل کرد.

از الکترود باریکتر و قوس کوتاهتر و شدت جریان کمتر استفاده کنید. الکترود باریک، حوضچهٔ جوش کوچکتری ایجاد می‌کند. استفاده از الکترودهای ۲ میلیمتری، ۳ میلیمتری و ۴ میلیمتری، برای جوشکاری در وضعیتهای نامناسب، توصیه می‌شود.

بعضی از الکترودها را برای جوشکاری در وضعیت خاصی طراحی می‌کنند. همواره الکترود مناسب برای کار خود را انتخاب کنید.



شکل ۱۱ـ۲۶ جوشکاری گوشه در وضعیت تخت: الف) چیدن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) اولین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن؛ ه) عبور رویه.



شکل ۱۱ـ۲۷ عیوب متداول در جوشکاری در وضعیت نامناسب.

اگر قوس کوتاهتر باشد نیروی بیشتری برای جلوگیری از شکم دادن حوضچهٔ جوش وارد می‌کند و فلز مذاب را به داخل حوضچه می‌راند. وقتی شدت جریان کمتر باشد، گرمای کمتری تولید می‌شود و بنابراین حوضچهٔ جوش کوچکتر می‌شود.

برای جوشهای شیاری، زاویهٔ کار را ۵ تا ۱۰° زیر خط جوش بگیرید. وقتی با زاویهٔ کاری در این گستره کار کنید و قوس را نیز کوتاهتر بگیرید، فلز مذاب به داخل حوضچهٔ مذاب رانده می‌شود. زاویهٔ حرکت را ۱۵ تا ۲۰° در امتداد خط جوش بگیرید. بدین ترتیب حوضچهٔ جوش زیر قوس می‌ماند و سرباره از آن بیرون نمی‌آید و جلو نمی‌زند.

الکترود را آهسته بالا بیاورید و آن را در حدود ۳ میلیمتر از حوضچهٔ جوش جلوتر ببرید. قوس را قطع نکنید، اما صبر کنید تا حوضچهٔ جوش خمیری شود و سپس به عقب برگردید، چالهٔ جوش را دوباره ذوب کنید و جوشکاری را ادامه دهید. بدین ترتیب حوضچهٔ جوش کوچک می‌ماند و سیالیت آن کاهش می‌یابد.

جوشکاری قوسی در وضعیت افقی

وقتی جوشکاری روی سطح میز کار انجام نشود و محور جوش با سطح میز موازی باشد، گویند **جوشکاری افقی** انجام می‌شود. تمرینهای زیر برای کسب مهارت در این وضعیت جوشکاری تهیه شده‌اند. به زوایای کار و حرکت توجه کنید.

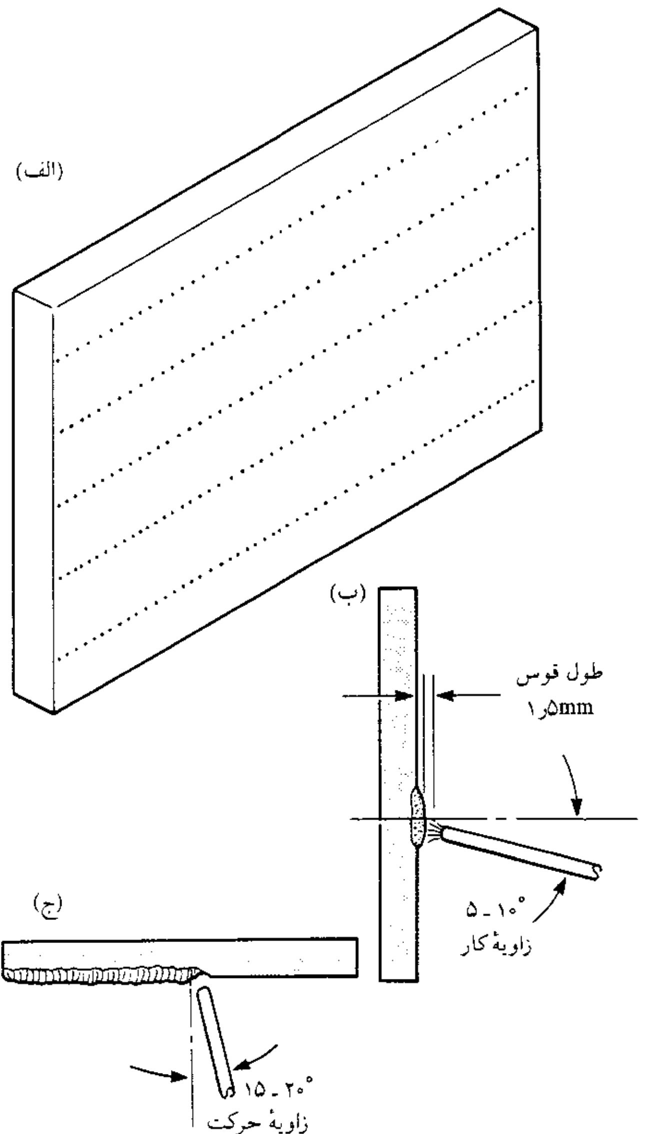
تمرین ۹: نشاندن خط جوش در وضعیت افقی

مواد لازم:

ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۱۰۰mm × ۳mm؛
کارگیر یا گیرهٔ جوشکاری.

روش کار:

۱. الکترودی به قطر ۳mm انتخاب کنید و جریان را روی مقدار مناسب تنظیم کنید.
۲. روی ورق، خطوطی به فاصلهٔ ۱۲mm از هم بکشید و آنها را با سنبه‌نشان مشخص کنید.
۳. ورق را، مطابق شکل ۱۱-۲۸، به صورت عمودی و در امتداد طولی روی میز کار قرار دهید.
۴. قوس را ایجاد کنید و خط جوش را روی خط ترسیم شده بنشانید. زاویهٔ کار را بین ۵° و ۱۰°، و زاویهٔ حرکت را بین ۱۵° و ۲۰° بگیرید.



شکل ۱۱ـ۲۸ نشاندن خط جوش در وضعیت افقی : الف) آماده کردن ورق ؛ ب) زاویهٔ کار و طول قوس ؛ ج) زاویهٔ حرکت.

۵. خط جوش دیگری روی خط مجاور بنشانید؛ این بار در جهتی مخالف با جهت خط جوش اولی حرکت کنید.
۶. این فرایند را روی همهٔ خطوط ترسیم شده تکرار کنید. هر بار جوشکاری را از سر مقابل خط شروع کنید.
۷. گِل جوش را بزنید و آن را تمیز کنید. همهٔ چاله‌ها را پر کنید.

با نشاندن خط جوشهای پرکن، همهٔ جوشهای قبلی را به هم بیامیزید. مراقب باشید که ذوب به خوبی انجام شود.

تمرین ۱۰: جوشکاری اتصال شیاری در وضعیت افقی

مواد لازم:

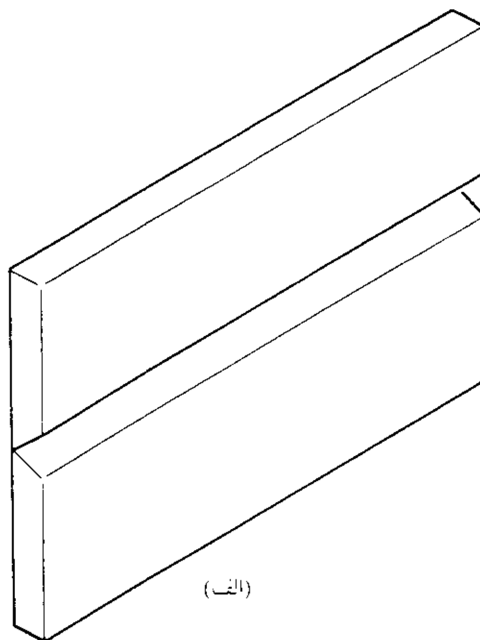
دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۵۰mm × ۳mm ؛
یک لبه از هر ورق را پخ ۳۰° بزنید.
یک قطعه تسمه از فولاد نرم (پشتگیر)، به ابعاد ۱۵۰mm × ۲۵mm × ۳mm.
کارگیر جوشکاری یا ۲ عدد گیرهٔ جوشکاری.

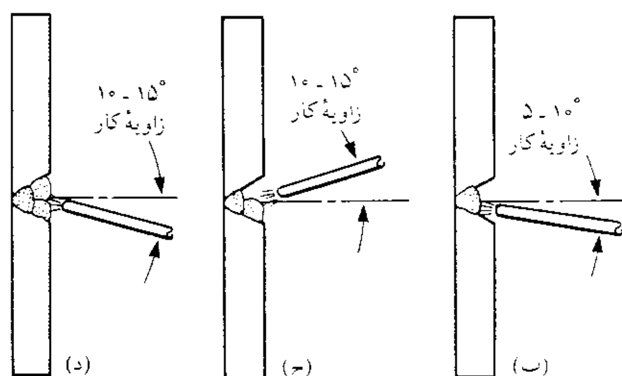
روش کار:

۱. دو قطعه ورق را روی تسمهٔ پشتگیر قرار دهید و آنها را با گیره به هم ببندید (شکل ۱۱-۲۹).
۲. درز را در وضعیت افقی مستقر کنید.
۳. خال‌جوش بزنید و سپس عبور ریشه را جوش بدهید. از نفوذ و ذوب فلز جوش مطمئن شوید. زاویهٔ کار را بین ۵° و ۱۰°، و زاویهٔ حرکت را بین ۱۵° و ۲۰° بگیرید.
۴. گِل این عبور را بزنید و آن را با برس تمیز کنید.
۵. نخستین عبور پرکن را روی ریشه جوش دهید. با چپ و راست بردن الکترود، ذوب و آمیزش کافی را تضمین کنید.
۶. گِل جوش را بزنید و آن را با برس تمیز کنید.
۷. دومین عبور پرکن را جوش دهید.
۸. گِل جوش را بزنید، آن را با برس تمیز کنید و در هم آمیختن جوشهای مختلف را وارسی کنید.

تمرین ۱۱: جوشکاری اتصال لب‌برلب در وضعیت افقی

با استفاده از تجربه و مهارتی که در جوشکاری اتصالهای شیاری و پخ‌زده کسب کرده‌اید، اتصال لب‌برلب را در وضعیت افقی آماده کنید (شکل ۱۱-۳۰). از ورقهایی با مشخصات ذکر شده در تمرین ۱۰ استفاده کنید. زاویهٔ حرکت را ۱۵ تا °۲۰ بگیرید. جوشکاری را می‌توانید با زاویهٔ کار °۴۵ آغاز کنید، اما در هنگام جوش دادن عبورهای پرکن، به آن را تغییر دهید تا جوشها با هم بیامیزند و از سوختگی کنارهٔ جوش در ورق بالایی جلوگیری شود. مراقب باشید که ذوب، نفوذ و تقویت کافی باشد.





شکل ۱۱-۲۹ اتصال شیاری در وضعیت افقی: الف) آماده کردن ورق؛ ب) عبور ریشه؛ ج) اولین عبور پرکن؛ د) دومین عبورپرکن.

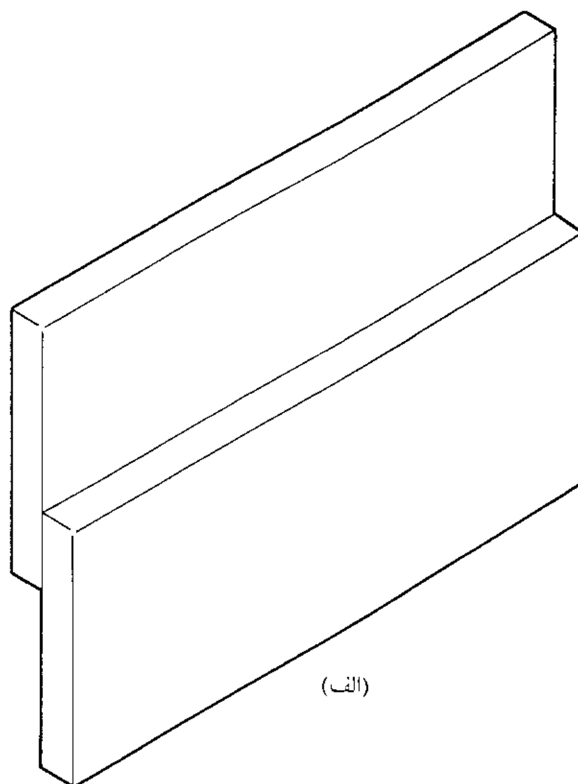
این عملیات را به دفعات تکرار کنید تا در این فرایند مهارت کافی به دست آورید.

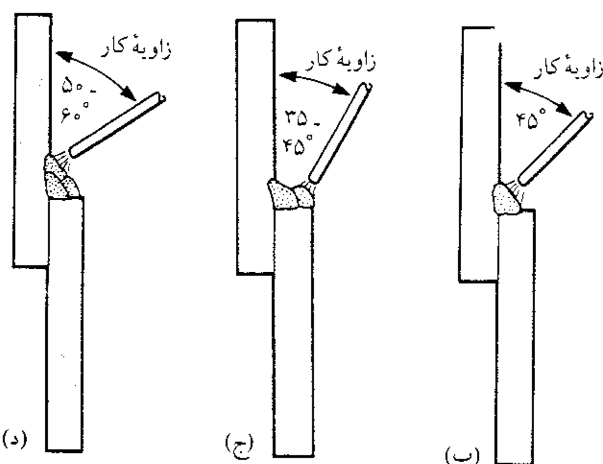
- برای آمیزش عبور اول، در صورت ضرورت، زاویهٔ کار را تغییر دهید.
- برای اطمینان از ذوب، الکترود را چپ و راست ببرید.
- اگر تقویت جوش کافی نیست، سومین عبور پرکن را جوش دهید تا با عبورهای اول و دوم بیامیزد.

تمرین ۱۲: جوشکاری اتصال سپری در وضعیت افقی

شکل ۱۱-۳۱ را ببینید. روش کار به ترتیب زیر است:

۱. از ورقهایی با مشخصات ذکرشده در تمرین ۱۰ استفاده کنید.
۲. برای عبور ریشه، الکترود مناسب انتخاب کنید. زاویهٔ کار را °۴۵ و زاویهٔ حرکت را ۱۵ تا °۲۰ بگیرید. الکترود را به چپ و راست حرکت دهید.
۳. گِل عبور ریشه را بزنید و آن را با برس تمیز کنید.
۴. نخستین عبور پرکن را زیر عبور ریشه جوش دهید. زاویهٔ کار را ۳۵ تا °۴۵ بگیرید. الکترود را چپ و راست ببرید تا فلز جوش با عبور ریشه و ورق پایینی به خوبی آمیخته شود.
۵. گِل جوش را بزنید و عبور اول را با برس تمیز کنید.
۶. عبور دوم را بالای عبور ریشه و اولین عبور پرکن جوش دهید. زاویهٔ کار را به ۵۰ تا °۶۰ افزایش دهید. الکترود را چپ و راست ببرید تا ذوب و آمیزش به اندازهٔ کافی انجام شود. مراقب باشید که تقویت کافی باشد.
۷. گِل جوش را بزنید، خط جوش نهایی را با برس تمیز کنید؛





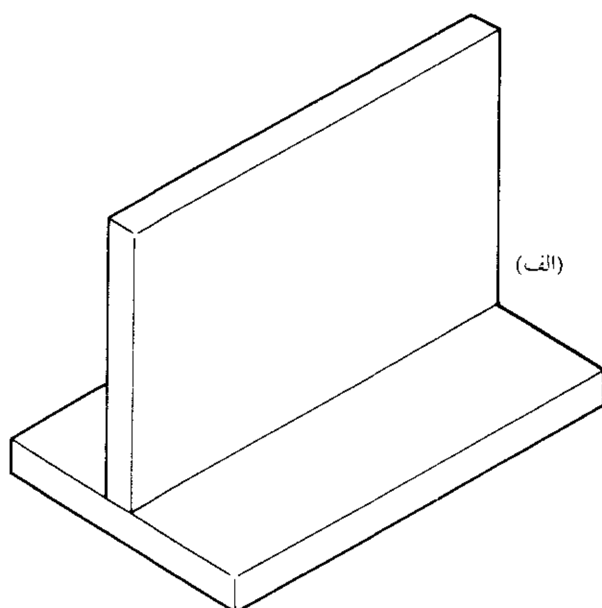
شکل ۱۱ــ۳۰ اتصال لب‌برلب در وضعیت افقی: الف) آماده کردن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) نخستین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن.

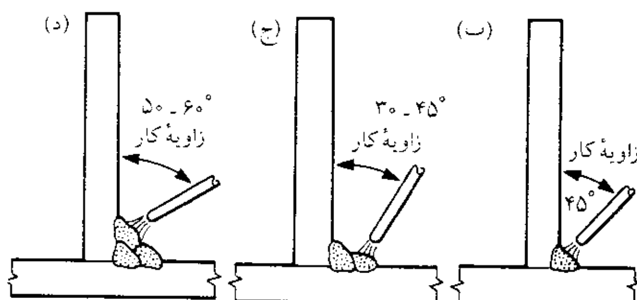
مشاهده می‌کنید که جوشهای مختلف به خوبی در هم رفته‌اند.

این تمرین را تکرار کنید تا بر آن مسلط شوید.

جوشکاری قوسی در وضعیت عمودی

در جوشکاری عمودی محور جوش تقریباً بر سطح میز کار عمود است. جوشکاری عمودی را می‌توان به دو روش



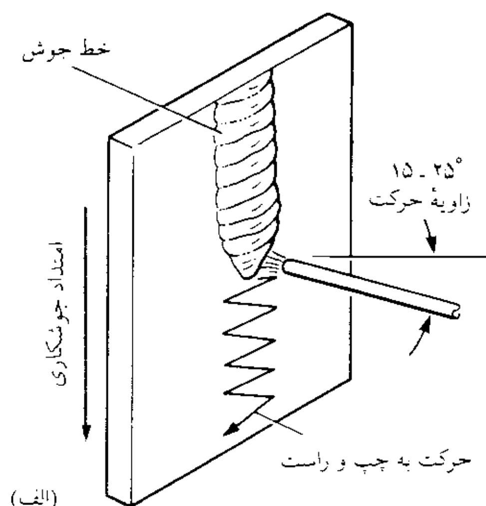


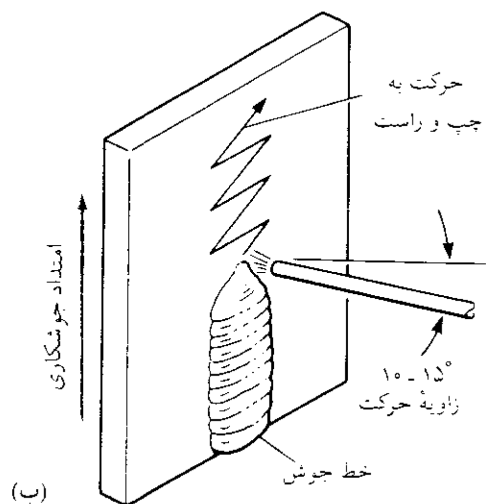
شکل ۱۱ــ۳۱ اتصال سپری در وضعیت افقی: الف) آماده کردن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) اولین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن.

انجام داد: از بالا به پایین یا سرپایین، و از پایین به بالا یا سربالا. زاویهٔ کار، زاویهٔ حرکت و زاویهٔ الکترود، در این دو روش، تفاوت مختصری دارد.

جوشکاری سرپایین (شکل ۱۱ـ۳۲ الف) معمولاً برای ورقهای نازکتر، با ضخامتی کمتر از 6mm مناسب است. در این روش حوضچهٔ جوش تمایل به حرکت در امتداد جوشکاری دارد. سرعت جوشکاری باید کمی بیشتر باشد تا الکترود بتواند جلوتر از سرباره حرکت کند. به علاوه اگر سرعت حرکت الکترود خیلی کم باشد، جوش می‌سوزد. زاویهٔ حرکت نباید از ۲۵° بیشتر باشد، در غیر این صورت حوضچهٔ جوش پخش می‌شود و به آسانی قابل کنترل نخواهد بود.

جوشکاری سربالا (شکل ۱۱ـ۳۲ ب) برای ورقهایی با





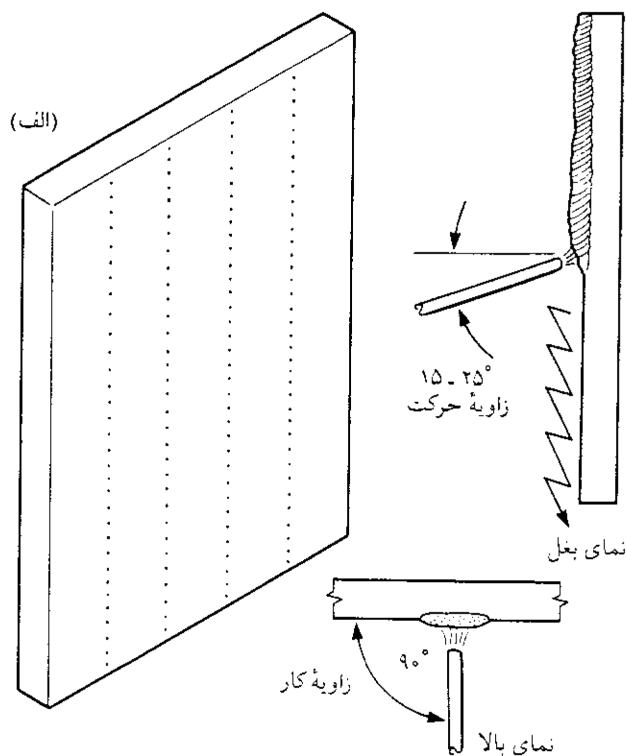
شکل ۱۱ـ۳۲ جوشکاری عمودی : الف) سرپایین ؛ ب) سربالا.

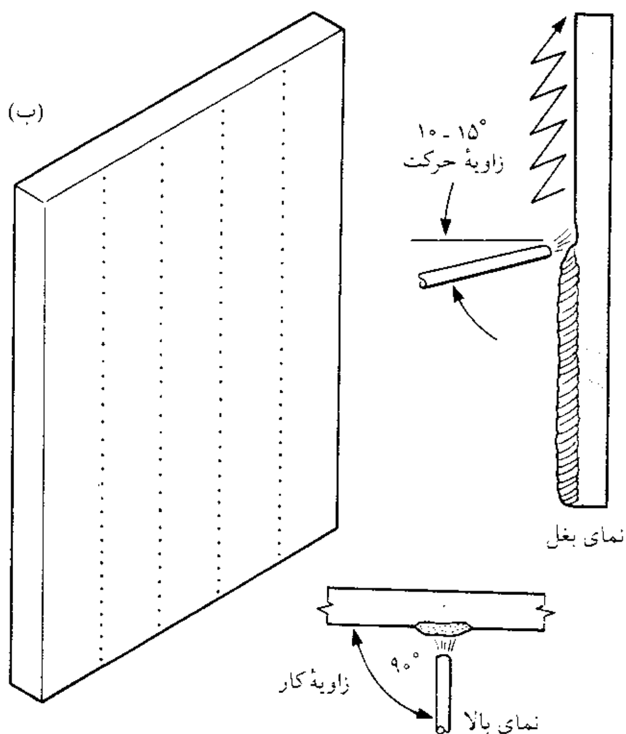
ضخامت بیشتر از ۹mm مناسب است. در این روش عمق نفوذ کافی حاصل می‌شود.

تمرین ۱۳ : نشاندن خط جوش در وضعیت عمودی

مواد لازم:

ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۱۰۰mm × ۳mm. روی این ورق به فاصلهٔ ۱۲٫۵mm، خطوط موازی بکشید و آنها را با سنبه‌نشان مشخص کنید (شکل ۱۱ـ۳۳ الف).





شکل ۱۱ـ۳۳ جوشکاری عمودی : الف) روش سرپایین ؛ ب) روش سربالا.

روش سرپایین:

۱. ورق را طوری روی میز مستقر کنید که خطوط ترسیم شده روی آن بر سطح میز کار عمود باشند.

۲. الکترود مناسب انتخاب و جریان جوشکاری را، متناسب با آن، تنظیم کنید.
۳. قوس را برقرار کنید و نخستین خط را، از بالا به پایین، جوش بدهید. زاویهٔ کار را °۹۰ بگیرید. زاویهٔ حرکت را ۱۵ تا °۲۵ بگیرید تا حوضچهٔ جوش را به سمت بالا و به داخل خط جوش براند. الکترود را چپ و راست نبرید و آن را مستقیماً حرکت دهید.
۴. در پایین ورق، چالهٔ جوش را پر کنید.
۵. گِل جوش را بزنید، جوش را با برس تمیز کنید و وارسی کنید که فلز و جوش به خوبی ذوب شده و درهم رفته باشند.
۶. این فرایند را روی نیمی از خطوط موازی تکرار کنید.

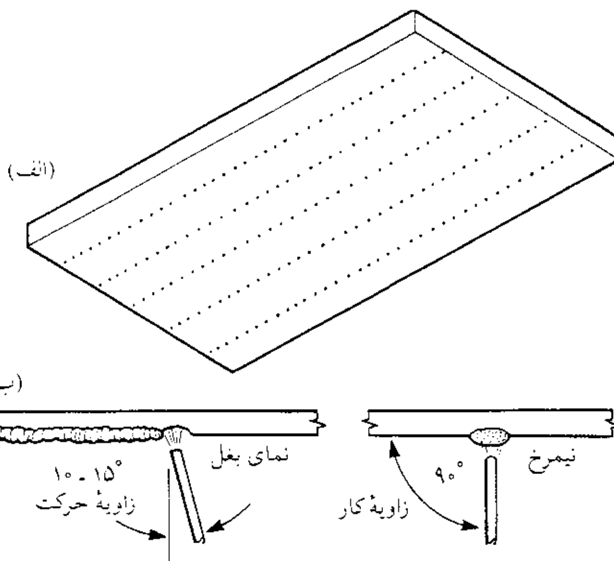
فضای بین خطوط را، با نشاندن خط جوشهای پرکن، پر کنید.

روش سربالا:
۱. این بخش از تمرین را روی خطوط باقیمانده انجام دهید.
۲. جوشکاری را از پایین ورق آغاز کنید و همهٔ خطها را جوش دهید (شکل ۱۱ـ۳۳ ب).
۳. زاویهٔ کار را °۹۰ و زاویهٔ حرکت را ۱۰ تا °۱۵ بگیرید؛ زاویهٔ اخیر باید به سمت بالا و در امتداد جوشکاری باشد.
۴. طول قوس را کوتاه بگیرید و الکترود را چپ و راست ببرید. به حوضچهٔ جوش فرصت دهید کمی منجمد شود و تکیه‌گاهی برای حوضچهٔ بعدی فراهم آورد.
۵. گِل جوش را بزنید و آن را تمیز کنید.

سپس عبورهای پرکن را انجام دهید تا با سایر خط جوشها بیامیزد. به عنوان تمرینی دیگر، عملیات زیر را انجام دهید: جوشکاری اتصال لب‌به‌لب در وضعیت عمودی؛ جوشکاری اتصال شیاری در وضعیت عمودی؛ جوشکاری اتصال سپری در وضعیت عمودی.

جوشکاری بالاسری

در جوشکاری بالاسری، اتصال در سطح زیری قطعه‌کار است و بالای سر جوشکار قرار دارد. در این فرایند، کنترل حوضچهٔ



شکل ۱۱ـ۳۴ جوشکاری در وضعیت بالاسری: الف) آماده سازی ورق؛ ب) زوایای کار و حرکت.

جوش و جلوگیری از شُرّه کردن آن دشوار است. حوضچهٔ جوش حتماً باید کوچک باشد تا بتوان آن را کنترل کرد.

▲ در جوشکاری بالاسری، مراقب باشید که سر راه جرقه‌های در حال ریزش قرار نگیرید. پوشیدن لباس محافظ ضرورت دارد.

تمرین ۱۴: جوشکاری بالاسری

از تجربیاتی که تا اینجا کسب کرده‌اید، برای انجام عملیات جوشکاری بالاسری، روی بعضی از درزهایی که قبلاً تمرین کرده‌اید، استفاده کنید. در شکل ۱۱ـ۳۴ زوایای حرکت و کار برای نشاندن یک خط جوش ساده نشان داده شده است.

■ مرور مطالب این فصل

● جوشکاری قوس الکتریکی فرایندی است که در آن قطعات را با استفاده از قوس الکتریکی ایجاد شده از طریق جهش جریان در شکاف هوای بین سر مفتول جوش، که الکترود نامیده می‌شود، و سطح قطعه‌کار، به هم جوش می‌دهند.
● سه نوع دستگاه متداول برای جوشکاری قوس الکتریکی

عبارت‌اند از موتورجوش، ترانس جوش و دستگاه جوشکاری ترانسفورماتور ـ یکسو کننده.

● منظور از قطبیت دستگاه جوش روش اتصال کابل الکترود و کابل قطعه‌کار به ترمینالهای دستگاه جوش است.

● سه نوع قطبیت متداول است: جریان مستقیم ـ قطبیت مستقیم؛ جریان مستقیم ـ قطبیت معکوس؛ جریان متناوب.

● ولتاژ بین ترمینالهای دستگاه جوش را **ولتاژ مدارباز** می‌نامند، وقتی دستگاه روشن است، اما جوشکاری انجام نمی‌شود.

● وقتی قوس الکتریکی برقرار است یا جوشکاری انجام می‌شود، ولتاژ مدار را **ولتاژ مداربسته** می‌نامند.

● وقتی دستگاه جوش روشن است و الکترود با قطعه‌کار یا میز فلزی تماس پیدامی‌کند،با **ولتاژاتصال‌کوتاه** سروکار داریم.

● برای نشاندن خط جوشی با کیفیت مطلوب باید الکترودی از نوع و با اندازهٔ مناسب انتخاب کرد.

● انتخاب صحیح الکترود نتایجی به شرح زیر دارد: پایداری قوس، ایجاد سریع خط جوش؛ حداقل ترشح فلز؛ حداکثر استحکام جوش؛ و گِل جوشی که به آسانی می‌شکند و جدا می‌شود.

● متغیرهای زیر بر کیفیت خط جوش اثر می‌گذارند: جریان جوشکاری؛ فاصلهٔ بین نوک الکترود و سطح قطعه‌کار؛ آهنگ حرکت الکترود روی درز؛ و زاویهٔ شیب الکترود نسبت به سطح قطعه‌کار و با امتداد حرکت.

● متداولترین معایب جوش عبارت‌اند از: به خوبی ذوب نشدن فلزات مبنا؛ بیرون‌زدگی بیش از اندازهٔ خط جوش در قاعدهٔ درز؛ بیرون‌زدگی ناکافی خط جوش در قاعدهٔ درز؛ سوختن جوش؛ سوختگی کنارهٔ جوش در گوشهٔ درزها؛ روی هم افتادگی کناره‌های درز با خط جوشی که در آن ذوب ناقص بوده است.

تمرین و پرسش

۱. به کمک یک نمودار خطی، اساس کار جوشکاری قوس الکتریکی را شرح دهید.

۲. اصطلاحات زیر را، به کمک نمودار، شرح دهید:

الف) جریان مستقیم ـ قطبیت مستقیم؛

ب) جریان مستقیم ـ قطبیت معکوس؛

ج) جریان متناوب یا دی‌سی.

۳. اثر هر یک از جریانهای بالا را بر الکترود و قطعه‌کار شرح دهید. پاسخ خود را روی شکل نشان دهید.

۴. انواع دستگاه جوش را نام ببرید و مزایا و معایب هر نوع را شرح دهید.

۵. منظور از **ولتاژ اتصال کوتاه** چیست؟ این ولتاژ بر دستگاه جوش چه اثری دارد؟

٦. چرا محافظت از چشم و پوست در حین جوشکاری ضرورت دارد؟ چگونه می‌توان از چشم و پوست محافظت کرد؟

۷. عیوب جوشکاری نام برده شده را با رسم شکل شرح دهید و علل احتمالی و آثار آنها را بیان کنید:

الف) ذوب ناقص — د) عدم نفوذ

ب) تخلخل — ه) ناميزانی

ج) سوختگی کنارهٔ جوش

۸. نحوهٔ ایجاد و حفظ قوس الکتریکی برای پیشگرم کردن را به اختصار بیان کنید. پاسخ خود را روی شکل نشان دهید.

۹. با ترسیم مقطع جوش لب‌به‌لب جناغی یکطرفه، لایه‌های زیر را روی آن نشان دهید:

الف) عبور ریشه

ب) نخستین عبور پرکن

ج) دومین عبور پرکن

د) عبور رویه

۱۲

ریخته‌گری

مقدمه

شکل دادن به فلزات فنی باستانی است که تحولات فراوانی در آن رخ داده و به تدریج تکامل یافته است. بشر را از دورانی متمدن محسوب می‌کنند که توانست از طریق شکل دادن و ریخته‌گری فلزات، اسلحه و لوازم زندگی بسازد. این دوران از عصرهای مختلفی مانند عصر مفرغ و عصر آهن تشکیل می‌شود.

ریخته‌گری شاخه‌ای از فلزکاری است که در آن اشیای مختلف فلزی را از طریق ذوب کردن فلز، ریختن آن به درون حفره‌هایی که به همین منظور آماده کرده‌اند و قالب نام دارد، و فرصت دادن به فلز مذاب برای انجماد و درآمدن به شکل قالب، تولید می‌کنند. این فرایند را **ریخته‌گری** می‌نامند.

ریخته‌گری به دو روش انجام می‌شود: **ریخته‌گری در ماسه** و **ریخته‌گری تحت فشار یا دایکاست**. تفاوت اصلی بین این دو روش در نوع قالب مورد استفاده است. برای ریخته‌گری در ماسه، از قالب ماسه‌ای استفاده می‌شود؛ ریخته‌گری تحت فشار را در قالب فولادی انجام می‌دهند.

ریخته‌گری در ماسه

فرایند ریخته‌گری در ماسه از سه مرحله تشکیل می‌شود: ساختن مدل؛ آماده‌کردن قالب و ریختن فلز مذاب در قالب.

مدلسازی

مدل هر قطعه دقیقاً مانند قطعه‌ای است که می‌خواهیم آن را ریخته‌گری کنیم.

با استفاده از مدل، نقش یا حفره‌ای در درجهٔ پر از ماسه ایجاد می‌کنند. مدل را معمولاً از چوب می‌سازند. مدلسازی نخستین گام در تولید قطعه به روش ریخته‌گری در ماسه است. بهتر است ابتدا نقشه‌ای از مدل تهیه کنید و سپس به کمک این نقشه و اندازه‌گیریهای لازم، مدل را بسازید.

مدل را، بسته به میزان پیچیدگی آن، می‌توان به صورت یک‌تکه، دوتکه یا چندتکه ساخت. مدل دو یا چندتکه را معمولاً **مدل چندتکه** می‌نامند. مدل را معمولاً کمی بزرگتر از اندازهٔ قطعهٔ مورد نظر می‌سازند تا انقباض ناشی از سرد شدن فلز مذاب جبران شود. در صورت امکان باید از تعبیهٔ گوشه‌های تیز در مدل خودداری کرد، زیرا در هنگام بیرون کشیدن مدل از قالب، به قالب صدمه می‌زنند.

قالبگیری

قالب، حفره یا اثر مدل است که در ماسه باقی مانده است و فلز مذاب را به داخل آن می‌ریزند.

برای ساختن قالب به مواد و ابزارهای خاصی نیاز دارید.

ماسهٔ قالبگیری

ماسه ماده‌ای طبیعی است، که برای آماده کردن قالب به منظور ریخته‌گری به کار می‌رود. دو نوع اصلی ماسهٔ طبیعی عبارت‌اند از ماسهٔ بدون رس و ماسهٔ رس‌دار. **ماسهٔ بدون رس** که آن را **ماسهٔ سیلیسی** نیز می‌نامند، نوعی است که بیشتر برای قالبگیری به کار می‌رود و **ماسهٔ مصنوعی** هم نامیده می‌شود. وقتی مقداری رس (بنتونیت) و آب به ماسهٔ سیلیسی اضافه شود، حاصل را ماسهٔ تر می‌نامند. ماسهٔ

رس‌دار نوعی ماسهٔ تر طبیعی است، که معمولاً در سفالگری به کار می‌رود.

ماسه‌های مورد استفاده در ریخته‌گری را به چند دسته تقسیم می‌کنند:

۱. **ماسهٔ نرم،** برای ساختن ماسهٔ تر، ماسه با چسب سرد و ماسه ماهیچه به کار می‌رود. صافی سطح قطعات ریخته شده با استفاده از این نوع ماسه بالاتر است؛

۲. **ماسهٔ متوسط،** برای ساختن ماسهٔ تر، ماسه با چسب سرد و ماسه ماهیچه به کار می‌رود؛

۳. **ماسهٔ زبر،** برای ساختن قالبهایی به کار می‌رود که باید تراوایی بالایی داشته باشند.

ماسهٔ قالبگیری خوب باید خواص زیر را داشته باشد:

۱. **سازگاری:** ماسه باید بتواند به شکل مدل درآید و پس از بیرون کشیدن مدل، تا زمان ریختن فلز مذاب و انجماد آن، شکل خود را حفظ کند.

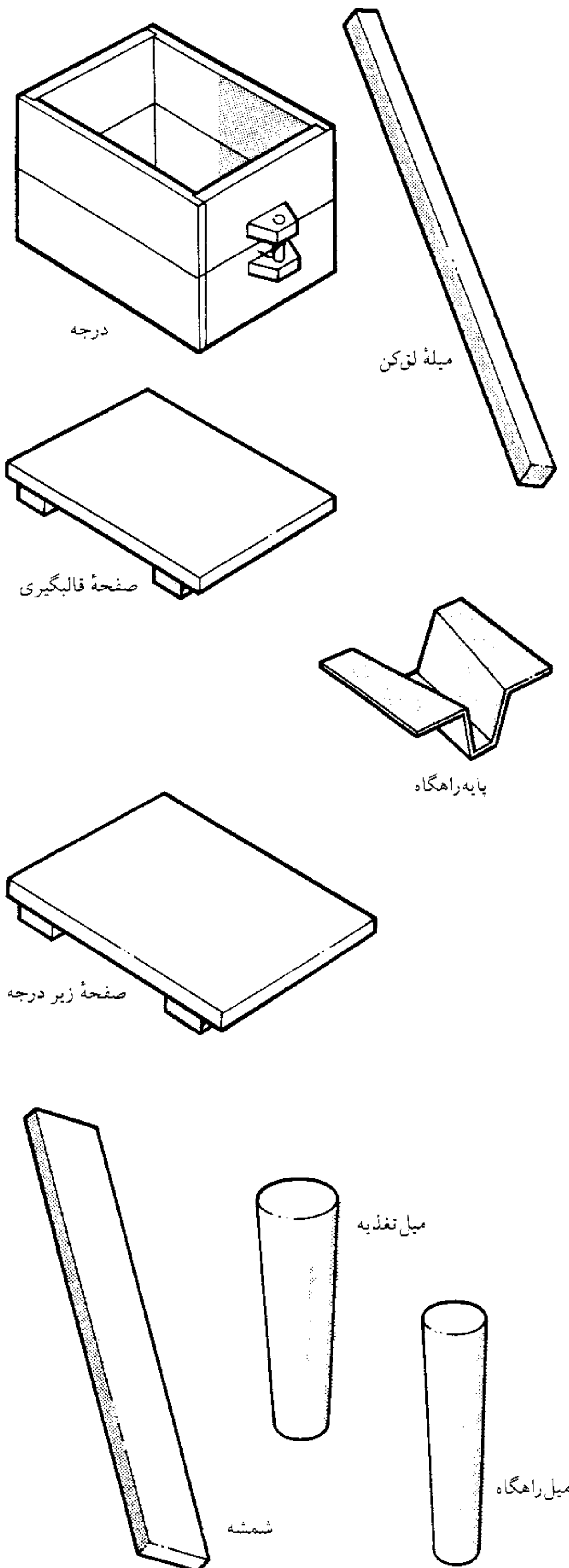
۲. **تراوایی:** ماسه باید به اندازهٔ کافی متخلخل باشد تا گاز تولید شده در هنگام تماس فلز مذاب با ماسهٔ مرطوب، بتواند از قالب خارج شود.

۳. **دیرگدازی:** ماسه باید بتواند گرمای تولید شده به وسیلهٔ فلز مذاب را تحمل کند.

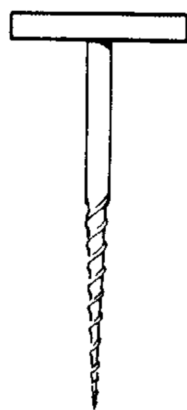
برای کسب نتایج خوب، ماسهٔ تر را باید به خوبی آماده کرد. ماسه را باید با مقدار صحیحی آب مخلوط کرد. برای وارسی رطوبت ماسه، یک مشت ماسهٔ مخلوط شده را فشار دهید و آن را دو نیم کنید. اگر ماسهٔ فشرده به پاکیزگی (بدون ریخت و پاش دوتکه) شد، مقدار رطوبت آن مناسب است. اگر خرد شد و از هم پاشید، رطوبت آن کم است. اگر به کف دستتان چسبید، رطوبت آن زیاد است.

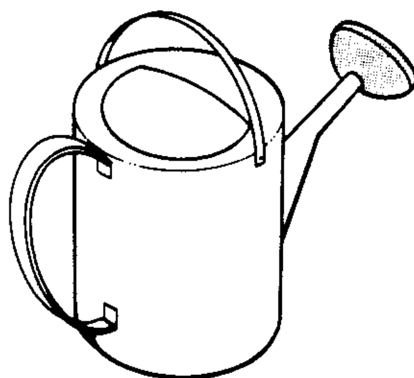
پودر جدایش

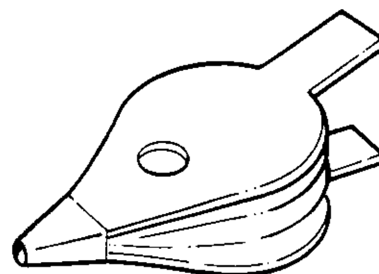
پودر جدایش ماده‌ای نم‌ناپذیر است که برای جلوگیری از چسبیدن ماسه (ماسهٔ تر) به مدل، پس از کوبیدن ماسه، به کار می‌رود. این پودر به دانه‌های ماسهٔ واقع در سطح جدایش

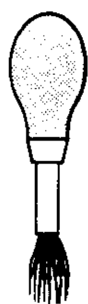


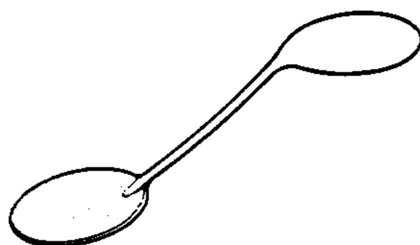
شکل ۱۲-۱ ابزارها و تجهیزات قالبگیری.

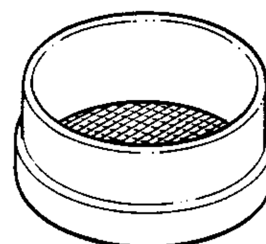

میخ مدلکش

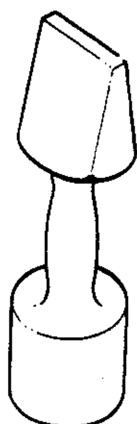

آبپاش

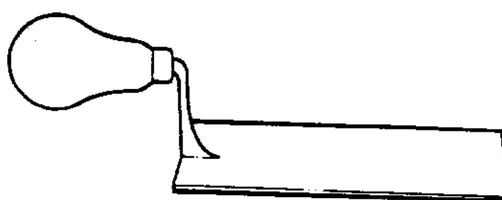

فوتک


آبدان


قاشقک


سرند (الک)


کوبه


ماله

شکل ۱۲ـ۱ (ادامه).

لنگه‌های رویی و زیری درجه کمک می‌کند که به آسانی از هم جدا شوند. اگر پودر جدایش در دسترس نباشد، می‌توان از ماسهٔ نو، که آن را **ماسهٔ رویهٔ قالب** می‌نامند، استفاده کرد. ماسهٔ رویهٔ قالب و ماسهٔ قالبگیری را نباید با هم اشتباه کرد، اگرچه اساساً یکی هستند. ماسهٔ رویهٔ قالب، همواره ماسهٔ نو است (که قبلاً از آن استفاده نشده است)، اما ماسهٔ قالبگیری را می‌توان بارها و بارها مصرف کرد.

ابزارها و تجهیزات قالبگیری

در شکل ۱۲-۱ ابزارها و تجهیزات مورد نیاز برای ساخت قالب ماسه‌ای در کارگاه آموزشی نشان داده شده است.

درجه جعبه‌ای پر از ماسهٔ ریخته‌گری است و آن را می‌کوبند تا قالب ساخته شود. نیمهٔ بالایی درجه را **لنگهٔ رویی** و نیمهٔ پایینی درجه را **لنگهٔ زیری** می‌نامند.

صفحهٔ قالبگیری تختهٔ صافی است که پیش از استقرار مدل، آن را زیر لنگهٔ زیری درجه قرار می‌دهند، سپس درجه را با ماسهٔ قالبگیری پر می‌کنند و آن را می‌کوبند.

صفحهٔ زیر درجه شبیه صفحهٔ قالبگیری است. پس از کوبیدن ماسه در لنگهٔ زیری درجه و پیش از برگرداندن این لنگه، صفحهٔ زیر درجه را روی آن قرار می‌دهند.

شمشه، تکه‌ای تختهٔ باریک مستطیلی است که با استفاده از آن ماسهٔ کوبیده شده در درجه را صاف می‌کنند. **میلهٔ لق‌کن**، میله‌ای چوبی با مقطع مربع است که برای ضربه زدن به میخ مدل‌کشی، به منظور لق کردن مدل در قالب، به طوری که بتوان آسانتر آن را بیرون کشید به کار می‌رود.

پایه‌راهگاه، قطعه‌ای ورق فلزی است که به منظور ایجاد مسیر عبور فلز مذاب در لنگهٔ زیری درجه برای ورود به حفرهٔ قالب و بالا آمدن مذاب در درجه، پس از پر شدن حفرهٔ قالب به کار می‌رود. این مسیر را **راهگاه** می‌نامند. **میل تغذیه** میله‌ای چوبی است که اندکی شیب دارد و با استفاده از آن سوراخی به نام **تغذیه** در لنگهٔ رویی درجه ایجاد می‌کنند. این سوراخ به حفرهٔ قالب راه دارد و فلز مذاب، پس از پر کردن حفرهٔ قالب، در این سوراخ بالا می‌آید و به سطح درجه می‌رسد تا مشخص شود که حفرهٔ قالب کاملاً پر شده است.

میل تغذیه را به این دلیل شیب‌دار می‌سازند که بتوان به آسانی آن را از ماسه بیرون کشید، بدون آنکه ماسه ریزش کند. **میل‌راهگاه** میلهٔ چوبی شیب‌دار و کوتاهی است که با استفاده از آن در لنگهٔ رویی سوراخی ایجاد می‌کنند تا فلز مذاب را از طریق آن در حفرهٔ قالب بریزند.

میخ مدلکش نوعی پیچ است که به کمک آن، پس از کوبیدن ماسه، مدل را از قاب بیرون می‌کشند. **اسفنج** نوعی پارچهٔ نرم است که برای خیس کردن اطراف مدل به کار می‌رود تا وقتی مدل را از قالب بیرون می‌کشند، ماسه نریزد. **کوبه** قطعه‌ای چوبی است که برای کوبیدن و فشردن ماسه در داخل درجه و در اطراف مدل به کار می‌رود. این فرایند را **کوبیدن** می‌نامند.

از **آبپاش** برای نم زدن به ماسه و مرطوب کردن آن استفاده می‌شود. **قاشقک** نوعی قاشق فلزی است که برای جمع کردن دانه‌های ماسه‌ای که ممکن است پس از بیرون کشیدن مدل، داخل قالب ریخته شده باشند، به کار می‌رود. **ماله** ابزاری است که برای تعمیر بخشهای آسیب‌دیدهٔ قالب از آن استفاده می‌کنند. **فوتک** نوعی دم چرمی است که برای بیرون راندن دانه‌های ماسه از داخل حفرهٔ قالب به کار می‌رود. از **الک** برای سرند کردن و جدا کردن ماسهٔ روی مدل در لنگهٔ زیری درجه استفاده می‌شود. این فرایند را **سرندکاری** می‌نامند و هدف از آن جدا کردن آشغال از ماسه است.

مراحل آماده‌سازی قالب

فرض کنید مدلی مطابق شکل ۱۲-۲ (الف) ساخته شده است.

۱. ماسه را با آب مرطوب کنید و رطوبت آن را اندازه بگیرید (شکل ۱۲-۲ ب).
۲. لنگهٔ زیری درجه را روی صفحهٔ قالبگیری برگردانید. میلهای راهنمای لنگهٔ زیر درجه باید رو به پایین باشند (شکل ۱۲-۲ ج).
۳. مدل را در لنگهٔ زیری درجه، درست در وسط صفحهٔ قالبگیری مستقر کنید (شکل ۱۲-۲ د).

۴. پودر جدایش یا ماسهٔ روی قالب را به طور یکنواخت روی مدل و روی صفحهٔ قالبگیری، در اطراف مدل، پخش کنید.

۵. با استفاده از الک، مقداری ماسهٔ قالبگیری روی مدل سرند کنید تا آن را بپوشاند (شکل ۱۲ـ۲ هـ). ماسه را باید سرند کنید تا دانه‌های ماسهٔ روی مدل و اطراف آن ریزتر باشند.

۶. با دست، ماسهٔ سرندشده را در پیرامون مدل فشرده کنید و سطحی ناصاف به وجود آورید.

۷. بقیهٔ درجه را با ماسهٔ سرندنشده کاملاً پر کنید (شکل ۱۲ـ۲ و).

۸. با ته گرد کوبه، ماسه را دور مدل و در کناره‌های درجه بکوبید (شکل ۱۲ـ۲ ز).

۹. با سر صاف کوبه، ماسه را در همه جای درجه فشرده کنید (شکل ۱۲ـ۲ ح).

۱۰. ماسهٔ اضافی را از روی درجه بتراشید و با استفاده از شمشه، سطح درجه را صاف کنید (شکلهای ۱۲ـ۲ ط و ۱۲ـ۳).

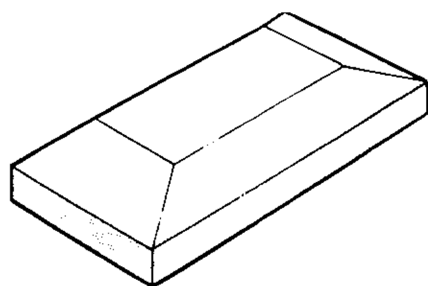
۱۱. صفحهٔ زیر درجه را روی لنگهٔ زیری قرار دهید و آن را با احتیاط برگردانید؛ میل راهنماها باید رو به پایین قرار گیرند (شکل ۱۲ـ۲ ی).

۱۲. صفحهٔ قالبگیری را بردارید تا مدل نمایان شود. سطح ماسه را وارسی و در صورت امکان آن را با قاشقک یا ماله صاف کنید (شکل ۱۲ـ۲ ک).

۱۳. لنگهٔ رویی را روی لنگهٔ زیری قرار دهید و میل‌راهگاه و میل تغذیه را در ماسهٔ لنگهٔ زیر، در محلی به فاصلهٔ حدود 25mm از لبهٔ مدل، فرو کنید. تغذیه را باید در محلی تعبیه کنید که قطعه بیشترین ضخامت را دارد. تغذیه را می‌توان روی مدل هم تعبیه کرد (شکلهای ۱۲ـ۲ ل و ۱۲ـ۴).

۱۴. پودر جدایش یا ماسهٔ روی قالب را روی تمام مجموعه پخش کنید.

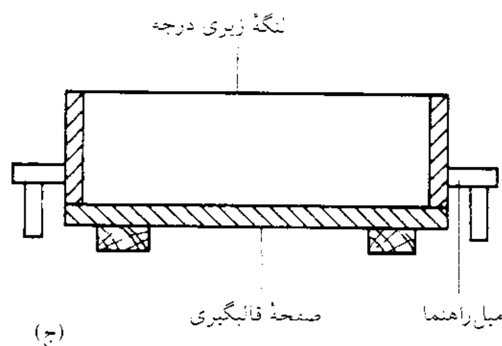
۱۵. لنگهٔ رویی را با ماسهٔ سرندشده پر کنید و آن را بکوبید؛ سپس ماسهٔ سرندشده اضافه کنید و دوباره بکوبید تا



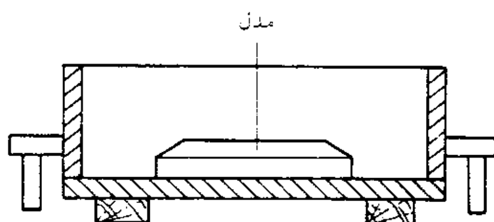
(الف)



(ب)

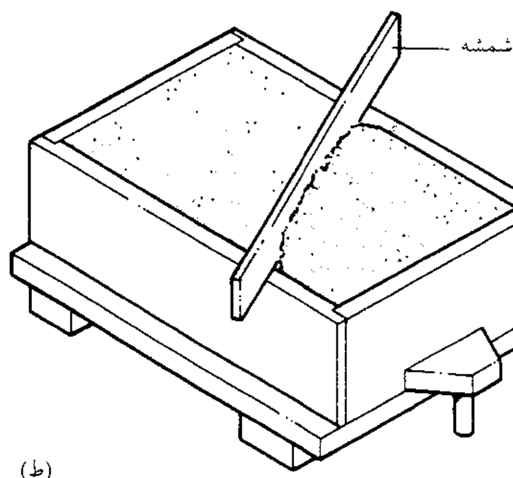


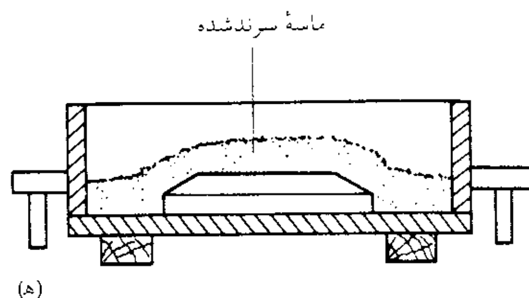
(ج)

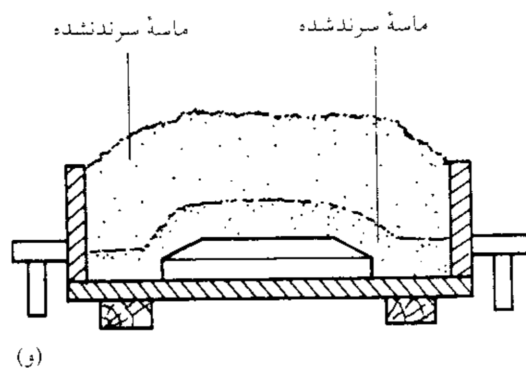


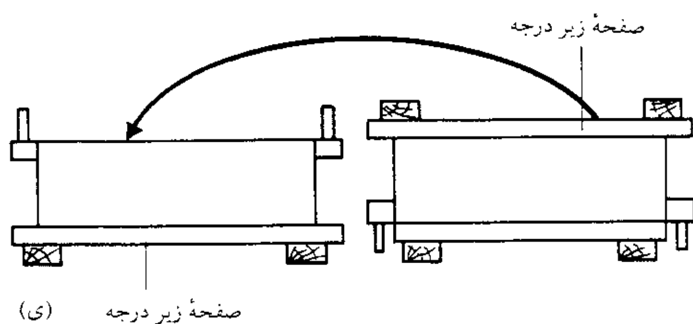
(د)

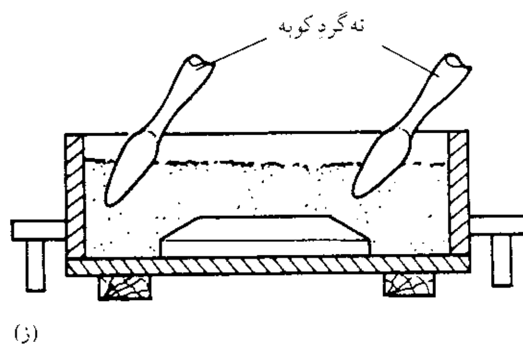
شکل ۱۲ـ۲ مراحل آماده‌سازی قالب. الف) مدل؛ ب) ماسهٔ تر؛ ج) لنگهٔ زیری درجه را روی صفحهٔ قالبگیری قرار دهید؛ د) مدل را روی صفحه مستقر کنید.

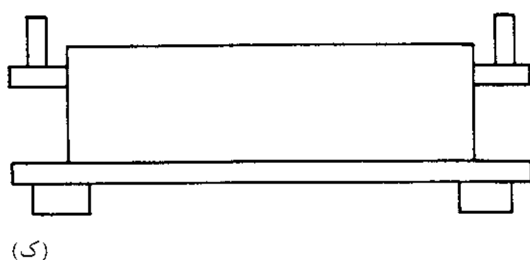


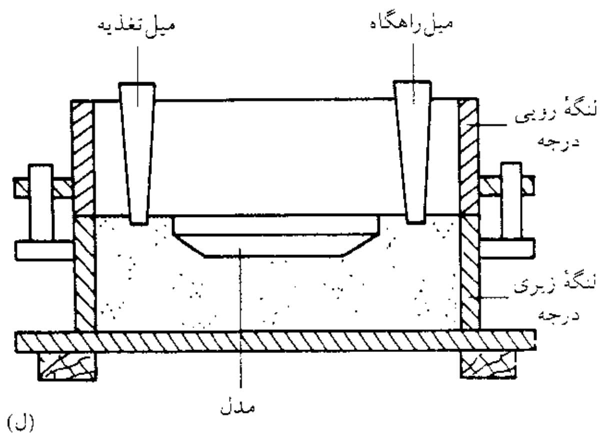


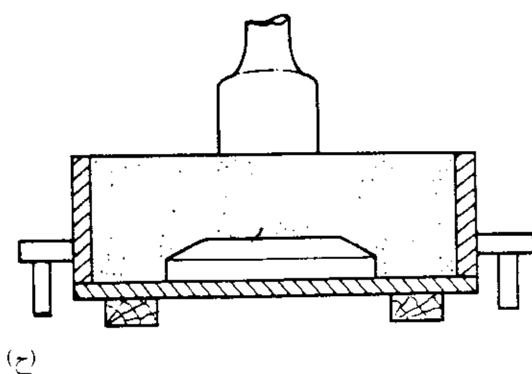




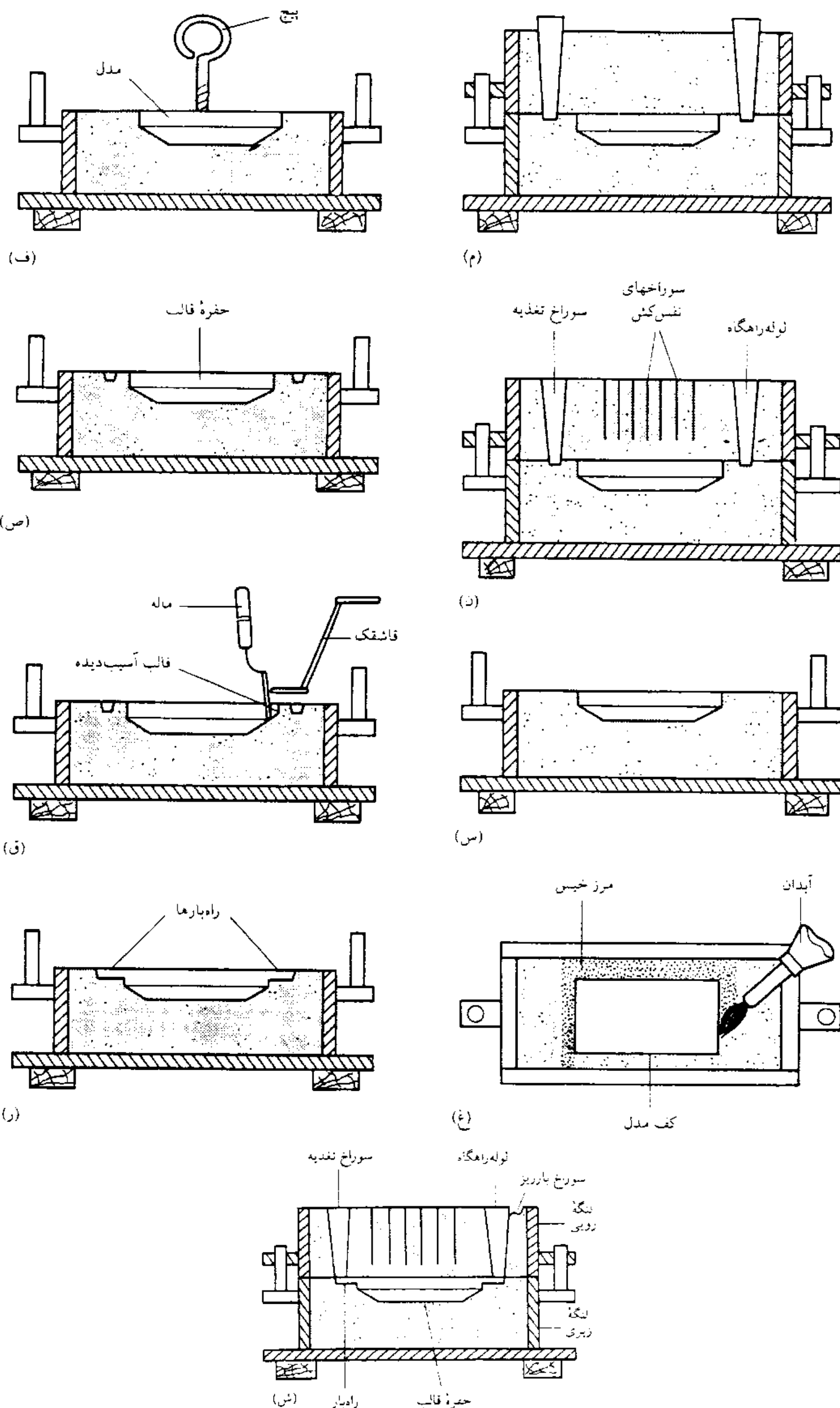








شکل ۱۲ـ۲ (ادامه). هـ) مدل را با ماسهٔ سرندشده بپوشانید؛ و) روی آن ماسهٔ سرندنشده بریزید؛ ز) اطراف مدل را بکوبید؛ ح) ماسه را با ته کوبه بکوبید؛ ط) ماسهٔ اضافی را از روی درجه بتراشید؛ ی) لنگهٔ زیری را برگردانید؛ ک) لنگهٔ زیری برگشته؛ ل) میل تغذیه و میل راهگاه را در لنگهٔ رویی درجه قرار دهید.



شکل ۱۲ــ۲ (ادامه). م) لنگهٔ رویی‌را روی لنگهٔ زیری قرار دهید. (ن) لنگهٔ رویی درجه را با ماسهٔ قالبگیری پر کنید ؛ (س) سوراخهای نفس‌کش را ایجاد کنید؛ (غ) لنگهٔ رویی را از لنگهٔ زیری جدا کنید ؛ (ف) لبه‌های مدل را نم بزنید ؛ (ص) میخ مدل‌کش را فرو ببرید ؛ (ق) مدل را بیرون بکشید ؛ (ر) آسیب‌دیدگیها را ترمیم کنید ؛ (ش) راه‌بارها را ایجاد کنید.



شکل ۱۲ـ۳ صاف کردن ماسه روی درجه.

لنگهٔ رویی درجه پر شود. ماسه را بیش از اندازه سفت نکوبید. ماسهٔ اضافی را از روی درجه بردارید (شکل ۱۲ـ۲ م).

۱۶. وقتی برای خروج گاز از حفرهٔ قالب، تعبیهٔ نفس‌کش ضرورت داشته باشد، می‌توانید از سیخ نفس‌کش استفاده کنید و ناحیهٔ بالای مدل را با آن سوراخ کنید. عمق سوراخهای نفس‌کش باید کافی باشد، اما نباید به مدل برسد (شکل ۱۲ـ۲ ن).

۱۷. میل تغذیه و میل راهگاه را بیرون بکشید تا سوراخ تغذیه و لولهٔ راهگاه ایجاد شود. سطح داخلی آنها را با دست، با احتیاط کامل، صاف کنید. سوراخهای تغذیه و راهگاه اندکی شیب دارند، به طوری که فلز مذاب داخل آنها



شکل ۱۲ـ۴ استقرار لنگهٔ رویی درجه روی لنگهٔ زیری.

می‌تواند بر قالب فشار وارد کند.

۱۸. لنگهٔ رویی را با دقت از لنگهٔ زیری جدا کنید و آن را روی یک وجه قرار دهید تا آسیب نبیند (شکل ۱۲ـ۲ س).

۱۹. ماسهٔ دور مدل را با آبدان نم بزنید. این عمل از ریختن ماسه در هنگام بیرون کشیدن مدل جلوگیری می‌کند (شکل ۱۲ـ۲ ع).

۲۰. سیخ مدل‌کش را در جایی نزدیک وسط مدل بپیچید. با میلهٔ لق‌کن به آرامی به میخ ضربه بزنید تا مدل در قالب لق شود (شکل ۱۲ـ۲ ف).

۲۱. مدل را با احتیاط بیرون بکشید، به طوری که لبه‌های قالب فرو نریزد (شکل ۱۲ـ۲ ض).

۲۲. با استفاده از قاشقک یا ماله، قالب را تعمیر کنید (شکل ۱۲ـ۲ ق).

۲۳. بین حفرهٔ قالب و سوراخ بارریز و از حفرهٔ قالب تا سوراخ تغذیه، راه‌بارهایی تعبیه کنید (شکل ۱۲ـ۲ ر). برای این کار از پایه‌راهگاه استفاده کنید. راه‌بارها باید طوری تعبیه شوند که مذاب با کمترین فشار وارد قالب شود و لبه‌های قالب آسیب نبیند.

۲۴. با استفاده از دَم، دانه‌های ماسهٔ پراکنده شده در قالب را بروبید و روی سطح حفرهٔ قالب پودر گرافیت بپاشید تا ماسهٔ روی قالب، در نتیجهٔ گرمای فلز مذاب، نسوزد.
۲۵. لنگهٔ رویی را دوباره روی لنگهٔ زیری قرار دهید (شکل ۱۲-۲ ش).
۲۶. درجه‌های جفت شده را به محوطهٔ بارریزی انتقال دهید و بگذارید در آنجا خشک شوند.

ذوب فلز و بارریزی

فرایند ذوب فلز برای ریختن در قالب، یکی دیگر از جنبه‌های مهم فرایند ریخته‌گری است. در شکل ۱۲-۵، تجهیزات و ابزارهایی که ممکن است برای عملیات ریخته‌گری در کارگاههای آموزشی به کار آیند، نشان داده شده است.

در صورت امکان، باید برای کارگاه آموزشی یک دستگاه **کورهٔ بوته‌ای** تهیه کرد تا بتوان با استفاده از آن فلزات، به ویژه آلومینیم و مس ، را ذوب کرد و به دمای مناسب برای ریخته‌گری رساند. برای ذوب بعضی از فلزات و آلیاژهای غیرآهنی، مانند سرب، مسوار و آلیاژهای روی، که نقطهٔ ذوب پایینی دارند، می‌توان از **کورهٔ لحیمکاری** نیز استفاده کرد. برای ذوب فلزات غیرآهنی در کورهٔ آهنگری، می‌توان از **بوتهٔ گرافیتی** استفاده کرد. بوتهٔ حاوی مذاب را با استفاده از **انبرطوق** از کوره بیرون می‌کشند و در **دسته‌ملاقه** قرار می‌دهند. بوته را با استفاده از دسته‌ملاقه جابه‌جا می‌کنند و فلز مذاب را در قالب می‌ریزند.

آذرسنج ابزاری است که برای اندازه‌گیری دماهای بالا به کار می‌رود. نوعی آذرسنج ساده که در شکل ۱۲-۵ نشان داده شده است، برای اندازه‌گیری دمای فلزات مذاب در کارگاه آموزشی مناسب است.

مراحل ذوب فلز

۱. کوره را روشن کنید.
۲. بوته را با قطعات فلز پر کنید و آن را در کوره قرار دهید (شکل ۱۲-۶).
۳. هر وقت لازم شد، به بوته فلز اضافه کنید.

> ▲ آب و فلز مذاب، در صورت تماس، به شدت با هم واکنش انجام می‌دهند. وقتی فلز مرطوب به فلز مذاب اضافه می‌کنید، مراقب باشید.

۴. با ذوب شدن فلز، دما را مکرراً اندازه‌گیری کنید. اگر فلز بیش از حد داغ شود، قطعهٔ ریختگی معیوب خواهد شد.
۵. وقتی فلز به نزدیکی دمای بارریزی رسید، به آن گدازآور اضافه کنید و فلز مذاب را هم بزنید.
۶. سربارهٔ مذاب را بگیرید.

> ▲ در هنگام ذوب فلز و بارریزی، لباس محافظ مناسب بپوشید.

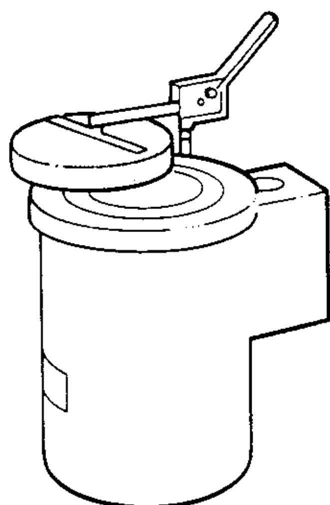
۷. کوره را خاموش کنید و بوته را از آن بیرون بکشید. برای این کار از انبرطوق استفاده کنید (شکل ۱۲-۷).
۸. بوتهٔ حاوی مذاب را در دسته‌ملاقه قرار دهید و بارریزی را شروع کنید.

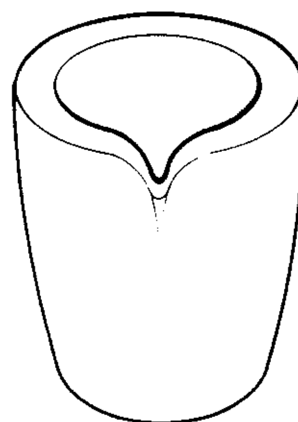
ریختن فلز مذاب در قالب

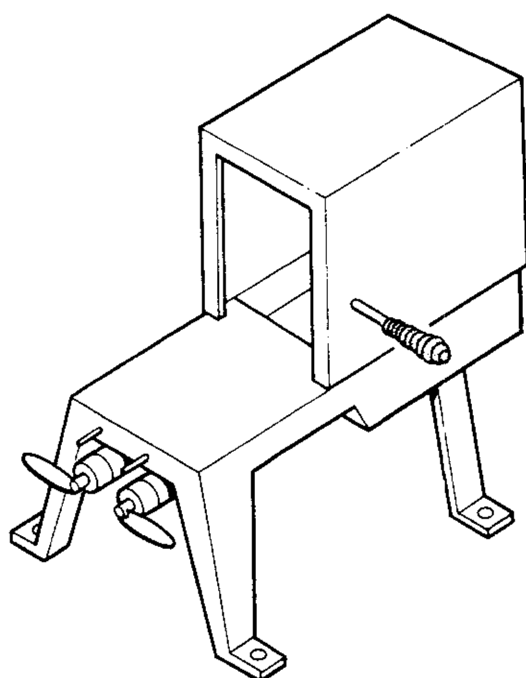
۱. فلز مذاب را با سرعت هر چه بیشتر، از طریق لوله‌راهگاه، به داخل قالب بریزید (شکلهای ۱۲-۸ تا ۱۲-۱۰).

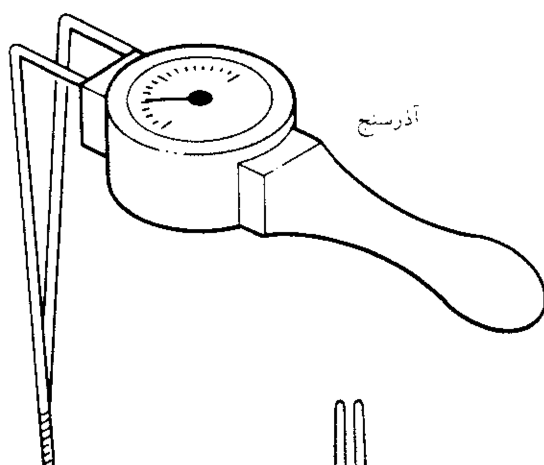
> ▲ در هنگام بارریزی در یک طرف قالب بایستید تا بخاری که از قالب بیرون می‌آید به شما آسیب نرساند.

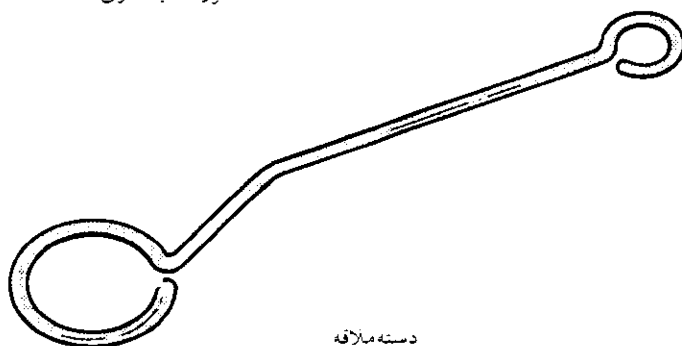
۲. وقتی تغذیه و لوله‌راهگاه پر شوند، بارریزی را قطع کنید.
۳. بوته را به پای کوره برگردانید و صبر کنید تا خنک شود. فلز مذاب اضافی را در بوته باقی نگذارید، بلکه آن را در قالب شمش بریزید.
۴. مدتی صبر کنید تا قالب خنک شود، سپس آن را بتکانید تا قطعهٔ ریختگی بیرون بیاید (شکل ۱۲-۱۱).
۵. پس از آنکه قطعهٔ ریختگی کاملاً سرد شد، راهگاه و

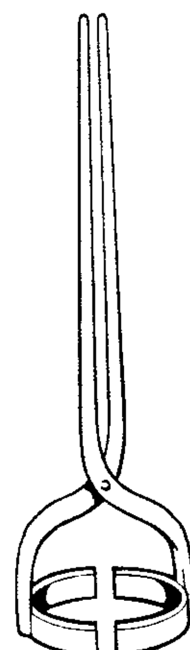












شکل ۱۲ـ۵ ابزارها و تجهیزات اولیه‌ای که برای ذوب فلز و بارریزی لازم است.



شکل ۱۲ـ۶ قرار دادن بوتهٔ حاوی قطعات فلز در کورهٔ بوته‌ای.



شکل ۱۲ـ۷ بیرون کشیدن بوتهٔ حاوی فلز مذاب از کورهٔ بوته‌ای.

تغذیهٔ آن را ببرید و جدا کنید.

۶. قطعهٔ ریختگی را ماشینکاری و پرداخت کنید تا برای مصرف آماده شود.

ریخته‌گری قطعات توخالی

در شکل ۱۲-۱۲ یک قطعهٔ ریختگی توخالی نشان داده شده است. برای تولید قطعه‌ای شبیه به این، باید **ماهیچه‌ای** در قالب قرار دهید. ماهیچه را از نوعی مخلوط ماسه و روغن، در **جعبه ماهیچه** می‌سازند و آن را در کوره می‌پزند.

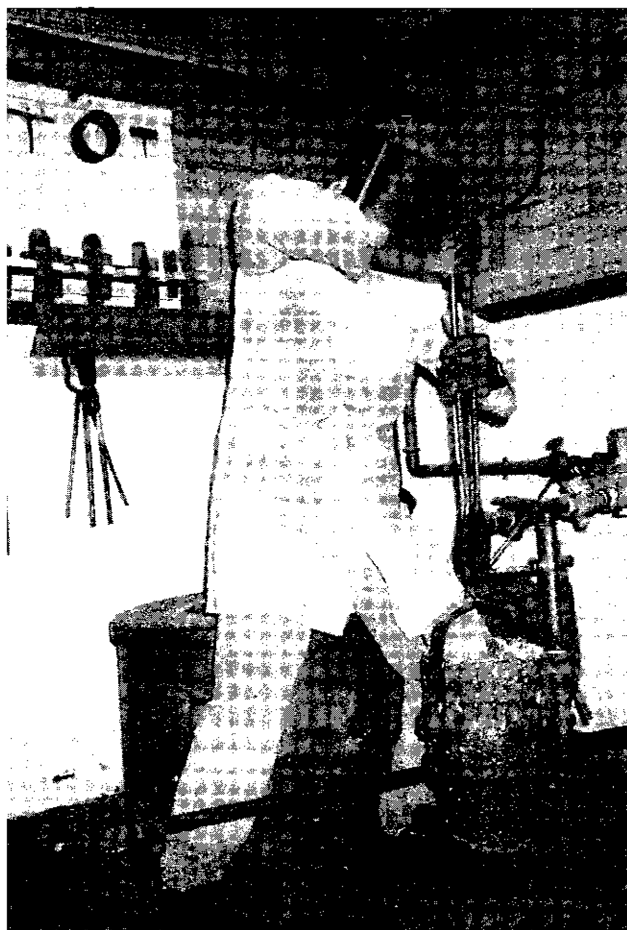
برای قرار دادن ماهیچه در قالب، در دو انتهای مدل برجستگیهایی به نام **ریشه‌ماهیچه** تعبیه می‌کنند. ریشه‌ماهیچه فرورفتگیهایی در ماسهٔ قالبگیری ایجاد می‌کند تا ماهیچه در آنها مستقر شود؛ ماهیچه را باید پیش از بارریزی در حفرهٔ قالب قرار داد. وجود ماهیچه سبب می‌شود که بخشی از قطعه خالی بماند.

استفاده از مدلهای چندتکه

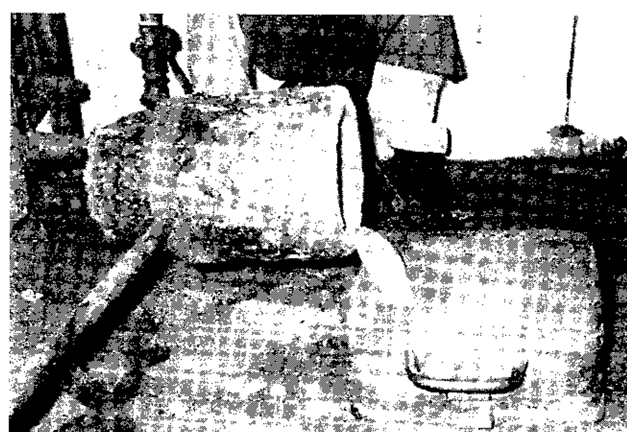
برای تولید قطعات ریختگی پیچیده از مدل چندتکه استفاده می‌کنند. این نوع مدل، به جای آنکه یکپارچه باشد، از دو یا چند قطعه تشکیل می‌شود. برای جفت کردن قطعات با هم از میخچه‌استفاده‌می‌کنند (شکل ۱۲-۱۳).اگر مدل دونیمه باشد، از یک نیمهٔ آن برای ایجاد حفره در لنگهٔ زیری و از نیمهٔ دیگر آن‌برای‌ایجاد حفره در لنگهٔ‌رویی درجه استفاده می‌کنند (شکل ۱۲-۱۴). برای تولید قطعات ریختگی توخالی هم می‌توان از ماهیچه و مدل چندتکه استفاده کرد (شکل ۱۲-۱۵).

ریخته‌گری در قالب فلزی

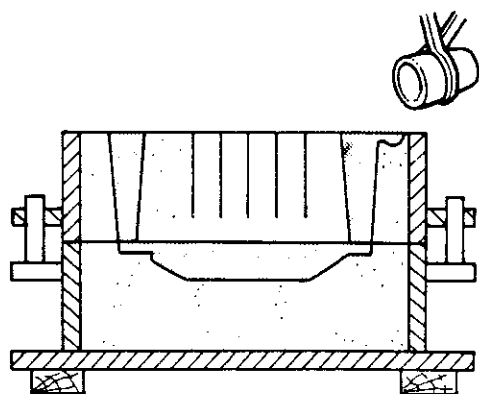
ریخته‌گری در قالب فلزی فرایندی برای تولید قطعات از طریق تزریق یا راندن فلز مذاب به داخل قالب دائمی فلزی است.



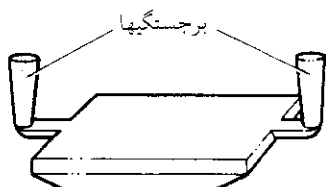
شکل ۱۲ـ۸ با استفاده از انبرطوق، بوته را در دسته‌ملاقه قرار دهید و بارریزی را آغاز کنید.



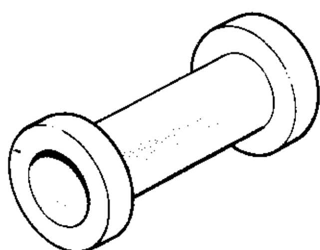
شکل ۱۲ـ۹ استفاده از دسته‌ملاقه برای ریختن فلز مذاب در بوته (بارریزی).



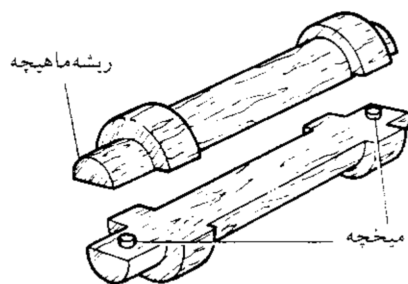
شکل ۱۲ـ۱۰ بارریزی.



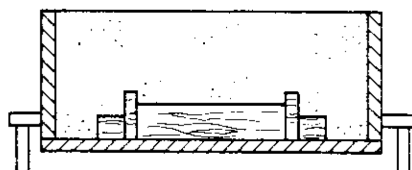
شکل ۱۲ـ۱۱ قطعهٔ بیرون آمده از قالب.



شکل ۱۲ـ۱۲ قطعهٔ ریختگی توخالی.



شکل ۱۲ـ۱۳ مدل چندتکه.

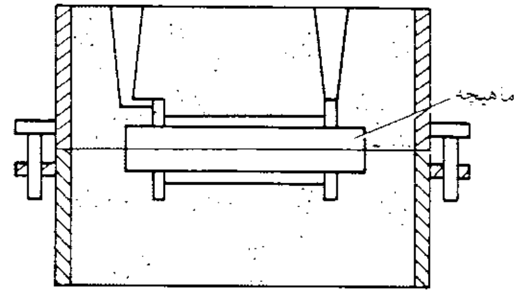


شکل ۱۲ـ۱۴ نیمهٔ مدل در قالب.

روشهای ریخته‌گری در قالب فلزی

ریخته‌گری در قالب فلزی به دو روش اصلی انجام می‌شود.

اول، ریخته‌گری در ریجه، که در آن فلز مذاب تحت اثر نیروی وزن خود وارد قالب می‌شود و برای ریختن قطعات



شکل ۱۲ـ۱۵ استقرار ماهیچه در قالب.

فلزی با مقاطع نازک مناسب نیست، زیرا جدار فلزی قالب، مذاب را به سرعت سرد می‌کند. دوم، **ریخته‌گری تحت فشار** که در آن فلز مذاب را تحت فشار زیاد در قالب فلزی تزریق می‌کنند؛ فشار روی فلز مذاب، تا هنگام انجماد آن، حفظ می‌شود.

انواع ماشینهای ریخته‌گری تحت فشار

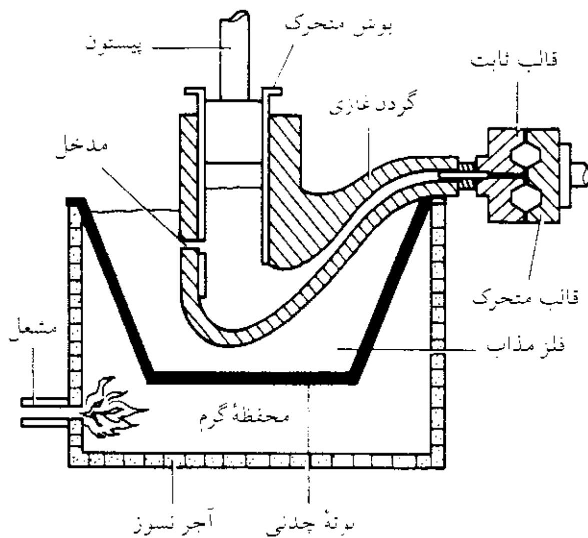
ماشینهای محفظه گرم

در این نوع ماشین، ظرف حاوی مذاب، بخشی از بدنهٔ اصلی ماشین ریخته‌گری است. این ظرف در **محفظهٔ گرم** یا بخش گرمکن ماشین قرار دارد.

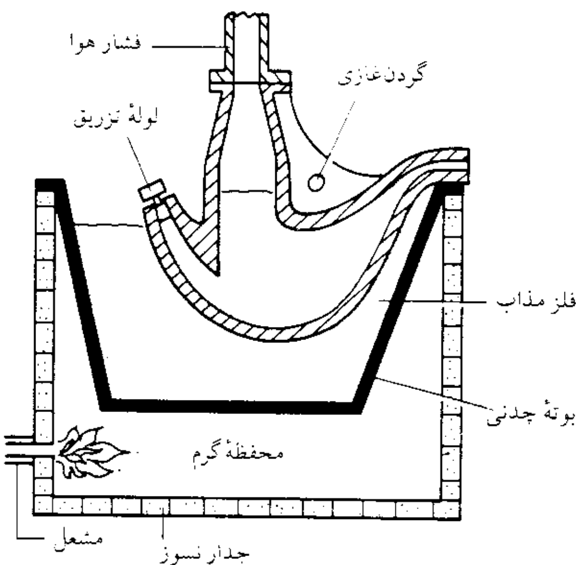
در **ماشین ریخته‌گری تحت فشار پیستونی**، پیستون در فلز مذاب شناور است. مدخل مجموعهٔ پیستون تزریق همواره از سطح فلز مذاب پایینتر است. لوله‌ای که آن را **گردن‌غازی** می‌نامند به صفحهٔ ثابت قالب متصل است (شکل ۱۲ـ۱۶).

این ماشین به ترتیب زیر کار می‌کند. فلز مذاب از طریق مدخل وارد محفظهٔ پیستون می‌شود؛ این مدخل هنگامی باز می‌شود که بوش متحرک پیستون، به سمت بالا کشیده شود. وقتی به پیستون نیرو وارد می‌شود، فشار مثبت پیستون و بوش را پایین می‌راند، مدخل را می‌بندد و فلز مذاب را، از طریق گردن‌غازی، به داخل قالب تزریق می‌کند. فشار همچنان حفظ می‌شود تا فلز داخل قالب منجمد شود. سپس فشار را حذف می‌کنند و چرخهٔ تزریق تکرار می‌شود.

ماشین ریخته‌گری تحت فشار بادی (شکل ۱۲ـ۱۷) به نوع پیستونی بسیار شبیه است. کار این ماشین با پایین رفتن گردن‌غازی در فلز مذاب و پر شدن آن در نتیجهٔ نیروی

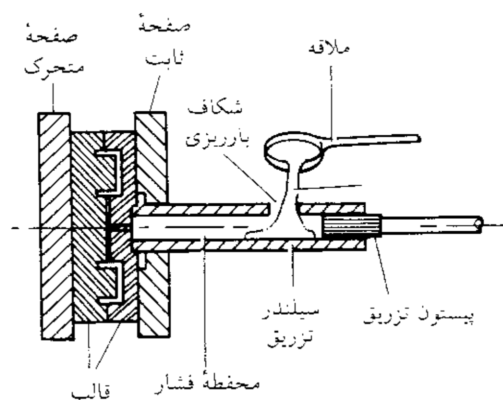


شکل ۱۲ـ۱۶ ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه گرم.



شکل ۱۲ـ۱۷ ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه گرم بادی.

گرانشی آغاز می‌شود. سپس مکانیسمی گردن‌غازی را بالا می‌آورد تا با مدخل قالب تماس پیدا کند. در این وضعیت، گردن‌غازی قفل و ماشین برای تزریق آماده می‌شود. هوای فشرده وارد گردن‌غازی می‌شود و فلز مذاب را به داخل قالب می‌راند و فلز در قالب منجمد می‌شود. پس از انجماد فلز مذاب، فشار هوا قطع می‌شود و گردن‌غازی به موضع اولیهٔ خود می‌رسد تا برای عمل بعدی، مذاب دریافت کند. قالب متحرک، همراه با صفحهٔ متحرک عقب کشیده می‌شوند، قالب باز می‌شود و قطعه بیرون می‌آید.



شکل ۱۲ـ۱۸ ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد.

ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد

ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد از یک محفظهٔ استوانه‌ای تحت فشار تشکیل می‌شود که در امتداد افقی قرارگرفته است و با نیروی هیدرولیکی کار می‌کند. پیستون این ماشین در همین محفظه قرار دارد. قالب به انتهای محفظهٔ تحت فشار بسته می‌شود (شکل ۱۲ـ۱۸).

ماشین محفظه‌سرد به ترتیب زیر عمل می‌کند. فلز مذاب بیرون از ماشین تهیه و به وسیلهٔ بوته به راهگاه بارریز ریخته می‌شود؛ راهگاه بارریز روی محفظهٔ تحت فشار قرار دارد. سپس پیستون، تحت فشار زیاد، جلو می‌رود، فلز مذاب را به جلو می‌راند و آن را به داخل قالب تزریق می‌کند. پس از انجماد فلز، قالب باز می‌شود و قطعه از نیمهٔ ثابت آن بیرون می‌آید. نیمهٔ ثابت قالب به صفحهٔ ثابت متصل است.

این سیستم را سیستم محفظه‌سرد می‌نامند، زیرا بخش گرم‌کننده‌ای در ماشین تعبیه نشده است. فلز مورد نیاز را همیشه در کورهٔ بوته‌ای، بیرون از ماشین، ذوب می‌کنند.

ترتیب کلی بهره‌برداری از ماشین ریخته‌گری تحت فشار

۱. قالب را باز و آن را تمیز کنید.
۲. ماهیچه‌ها را (در صورت نیاز) در قالب بگذارید.
۳. به سطح قالب، روانکار بپاشید.
۴. قالب را ببندید.
۵. فلز مذاب را به داخل قالب تزریق کنید. در فرایند محفظه‌سرد، پیش از تزریق، فلز مذاب را در راهگاه بارریز بریزید.
۶. کمی صبر کنید تا فلز در قالب منجمد شود؛ سپس قالب را باز کنید و قطعهٔ ریختگی را بیرون بیاورید.
۷. در صورت ضرورت، ماهیچه‌ها را از قطعهٔ ریختگی بیرون بیاورید.
۸. قطعهٔ ریختگی را وارسی کنید که معیوب نباشد.

مزایای ریخته‌گری در قالب فلزی

فرایند ریخته‌گری در قالب فلزی، به دلایل زیر، از فرایند ریخته‌گری در ماسه اقتصادیتر است. این فرایند سریعتر و بنابراین، برای تولید انبوه مناسبتر است؛ از قالب فلزی می‌توان بارها استفاده کرد. قطعات ریختگی تولیدشده با استفاده از این فرایند، از لحاظ ابعادی، دقیقترند و نیازی نیست که با انجام عملیات دیگری دقت ابعادی آنها را افزایش دهیم. در این روش به مواد و نیروی انسانی کمتری نیاز است.

انواع قالب

قالب فلزی را معمولاً از فولاد می‌سازند و هرگاه ریخته‌گری آلیاژهایی با نقطهٔ ذوب بالا مورد نظر باشد، آن را سخت‌سازی می‌کنند. در صورتی که به قطعه‌ای با صافی سطح زیاد نیاز باشد باید سطح قالب کاملاً صیقلی شود.

قالبها را به صورت دو نیمه می‌سازند. یک نیمهٔ قالب ثابت است و نیمهٔ دیگر حرکت می‌کند و در بیرون پراندن قطعهٔ ریختگی نقش دارد. هر نیمه قالب تعدادی میل راهنما دارد تا با نیمهٔ دیگر جفت شود.

قالبها براساس تعداد و انواع قطعات ریختگی که در هر بار تزریق تولید می‌کنند، دسته‌بندی می‌شوند. قالب **تک‌حفره‌ای**، در هر بار تزریق، فقط یک قطعه تولید می‌کند. قالب **چندحفره‌ای** در هر بار تزریق، چندین قطعه تولید می‌کند. قالب **مرکب**، در هر بار تزریق، دو یا چند قطعه با شکلهای مختلف تولید می‌کند. برای نگه داشتن قطعات مختلف قالب، به طور همزمان، از **واحد قالبگیر** استفاده می‌شود.

فلزات و آلیاژهایی که در قالب فلزی ریخته می‌شوند
انواع مختلفی از فلزات و آلیاژهای غیرآهنی را در قالبهای فلزی می‌ریزند.

از **آلیاژهای روی** برای تولید انواع اشیا، مانند دستگیرهٔ در، استفاده می‌شود. **آلیاژهای آلومینیم** را برای تولید بعضی از قطعات سبک‌وزن به کار می‌برند. **آلیاژهای مس** برای ساختن سخت‌افزارها، لوازم اتومبیل، هواپیما و کشتی، چرخدنده و غیره به کار می‌روند. از **آلیاژهای منیزیم** برای تولید قطعات هواپیما، موتور و اسبابهای اندازه‌گیری، ابزارهای رومیزی و لوازم خانگی استفاده می‌شود.

عیوب قطعات ریختگی

> منظور از عیب، خصایص نامطلوبی است که بیشتر در سطح قطعات ریختگی دیده می‌شود، اما گاهی هم در داخل قطعه است.

عیوب قطعات ریختگی از عاملهای مختلفی ناشی می‌شوند.

تخلخل عبارت است از ایجاد سوراخهای ریز در قطعه، در نتیجهٔ خروج گاز از فلز. دلیل دیگر تخلخل، هوای به دام‌افتاده در فلز، در حین ریخته‌گری است. می‌توان با تزریق موم تحت فشار به داخل قطعهٔ ریختگی، این عیب را برطرف کرد.

انقباض ایجاد فرورفتگی کم‌عمق روی سطح قطعه است، که احتمالاً به سبب کافی نبودن فلز مذاب برای جبران کاهش حجم ناشی از سرد شدن و انجماد، رخ می‌دهد. انقباض استحکام قطعهٔ ریختگی را کاهش می‌دهد.

پارگی و ترک جدایش خطی یا بریدگی ایجادشده در قطعهٔ ریختگی، بر اثر ایجاد تنش در قالب، در حین انجماد و سرد شدن است. ترکها بر سه نوع‌اند. **ترک گرم** که وقتی ایجاد می‌شود که قطعه هنوز گرم است. این عیب را شکنندگی گرم نیز می‌نامند. هرگاه فلز را آهسته سرد کنید، این نوع ترک ایجاد نمی‌شود. **ترک سرد** در دمای پایین ایجاد می‌شود. ترک سرد در نتیجهٔ اتصال ناقص فلز مذاب با ماهیچهٔ سرد یا پل ماهیچه (قانجاق) سرد رخ می‌دهد.

سردجوشی پل ترک ناشی از سردی پل ماهیچه است. ترک و پارگی، به طور کلی، بر خواص مکانیکی قطعهٔ ریختگی اثر می‌گذارند.

آخالها مواد نامطلوبی مانند ذرات ماسه، سرباره و اکسید هستند که در سطح قطعهٔ ریختگی فرو رفته‌اند. آنها بر کیفیت ظاهری قطعه اثر می‌گذارند. مثلاً وجود آخالهای ماسه سبب دشواری ماشینکاری قطعه می‌شود.

ماسه‌سوز برجستگیهای کوچک روی سطح قطعه است که از به دام افتادن ماسه یا سرباره در زیر سطح فلز ناشی می‌شوند. **رگه** سوراخهای کم‌عمق روی سطح قطعهٔ ریختگی است. این عیب بیشتر در قطعات ریخته شده در ماسه مشاهده می‌شود. **چروکیدگی** نشانه‌های برجسته‌ای است که روی سطح قطعات ریختگی دیده می‌شود. چروکیدگی ممکن است از وجود سوراخهای ریز ناشی شود.

مک فرورفتگیهای ایجاد شده در قطعه است که از حبس شدن هوا یا گاز در فلز مذاب ناشی می‌شوند. انقباض نیز ممکن است سبب ایجاد مک شود.

■ مرور مطالب این فصل

- ریخته‌گری فرایند ساخت انواع اشیا، از طریق ریختن یا تزریق فلز مذاب به داخل حفره‌ای به شکل مورد نظر است؛ فلز در این حفره منجمد می‌شود و شکل آن را پیدا می‌کند.
- دو فرایند اصلی ریخته‌گری عبارت‌اند از ریخته‌گری در ماسه، که در آن از قالب ماسه‌ای استفاده می‌شود، و ریخته‌گری در قالب فلزی.
- فرایند ریخته‌گری در ماسه شامل مراحل زیر است: ساخت مدل برای قالبگیری؛ آماده کردن حفرهٔ قالب یا قالبگیری؛ ذوب فلز؛ ریختن فلز مذاب در قالب؛ تکاندن درجه و بیرون آوردن قطعهٔ ریختگی؛ پرداخت نهایی قطعهٔ ریختگی (ماشینکاری).
- برای قالبگیری باید از ماسهٔ مرغوب و بدون خاک رس استفاده کرد.
- ماسهٔ ریخته‌گری مرغوب باید بتواند: شکل مدل را، پس

از بیرون کشیدن آن، حفظ کند؛ در برابر گرمای فلز مذاب مقاومت کند؛ در حین بارریزی، گازها بتوانند از آن عبور کنند و خارج شوند.

● قالبهای ماسه‌ای را در جعبه‌های چوبی یا فلزی، به نام درجه، آماده می‌کنند. درجه از دو نیمه تشکیل می‌شود؛ نیمهٔ بالایی را لنگهٔ رویی درجه و نیمهٔ پایینی را لنگهٔ زیری درجه می‌نامند.

● برای ریختن قطعات توخالی، پیش از بارریزی، باید ماهیچه در قالب تعبیه کرد.

● قطعات فلز را در کورهٔ بوته‌ای یا کورهٔ آهنگری ذوب می‌کنند.

● برای تعیین دمای فلز مذاب از ابزاری به نام آذرسنج استفاده می‌کنند.

● در فرایند ریخته‌گری در قالب فلزی، فلز مذاب را تحت فشار، یا تحت اثر نیروی گرانی (ثقل) در قالب فلزی می‌ریزند.

● ماشینهای ریخته‌گری تحت فشار به دو دسته تقسیم می‌شوند: محفظه‌گرم و محفظه‌سرد.

● در ماشینهای محفظه‌گرم، ظرف حاوی مذاب جزء جدایی‌ناپذیر ماشین است و در بخش گرمکن آن قرار دارد. پیستونی، که برای تزریق فلز مذاب به داخل قالب به کار می‌رود، در فلز مذاب شناور است. گردن مجموعهٔ پیستون شناور را گردن‌غازی می‌نامند. گردن‌غازی به مدخل قالب متصل است.

● در سیستم محفظه‌سرد، فلز در جایی بیرون از ماشین ریخته‌گری، ذوب می‌شود؛ سپس آن را به ماشین ریخته‌گری انتقال می‌دهند.

● برای ریخته‌گری در قالب فلزی، بیشتر از فلزات و آلیاژهای غیرآهنی استفاده می‌شود.

● قالبهای فلزی بر چند نوع‌اند: قالبهایی که در هر بار تزریق یک قطعه تولید می‌کنند؛ قالبهایی که در هر بار تزریق، چند قطعهٔ یکسان تولید می‌کنند؛ قالبهایی که در هر بار تزریق، چند قطعه به شکلهای مختلف تولید می‌کنند.

تمرین و پرسش

۱. تفاوت اصلی بین ریخته‌گری در ماسه و ریخته‌گری در قالب فلزی را شرح دهید.

۲. مزایا و معایب فرایندهای ریخته‌گری در ماسه و در قالب فلزی را شرح دهید.

۳. ماسه‌های قالبگیری را چگونه دسته‌بندی می‌کنند؟ کاربردهای اصلی هر دسته را شرح دهید.

۴. معنی و کاربرد اصطلاحات زیر را بیان کنید:

الف) ماسهٔ تر

ب) پودر جدایش

ج) ماسهٔ روی قالب

د) ماسهٔ قالبگیری

ه) مدل چندتکه

۵. چگونه می‌توان از کافی بودن رطوبت مخلوط ماسه مطمئن شد.

۶. در هنگام ساخت مدلی برای قالبگیری، انقباض فلز را چگونه منظور می‌کنید؟

۷. با رسم شکل، نحوهٔ تعمیر قالب آسیب‌دیده را نشان دهید.

۸. روشهای ریخته‌گری در قالب فلزی را چگونه دسته‌بندی می‌کنند؟

۹. تفاوت ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌گرم، با ماشین محفظه‌سرد در چیست؟

۱۰. هر یک از عیوب زیر را شرح دهید و علل احتمالی بروز آنها را بیان کنید.

الف) ترک گرم — د) ماسه‌سوز

ب) تخلخل — ه) آخال

ج) مُک

۱۳

ماشین‌ابزار

مقدمه

وقتی برای فلزکاری خوب آموزش دیده‌اید و آماده‌اید که بتوانید مواد، ابزارها، ماشینها و فرایندهای مناسب را انتخاب کنید و از نحوهٔ کارکردن با هر یک و دلیل انتخاب و به‌کارگیری آنها آگاه باشید.

در فصل ۴ فرایندهایی را بررسی کردیم که در آنها از ابزارهای دستی استفاده می‌شد. در این فصل با ماشین‌ابزارها و فرایندهایی که با استفاده از آنها انجام می‌شود سر و کار داریم، این ماشینها عبارت‌اند از سنگ، دریل، ماشین‌تراش معمولی، فرز، و صفحه‌تراش. در این فصل به بحث دربارهٔ تعمیرونگهداری نیز می‌پردازیم.

به طور کلی، بحث حاضر از الگوی زیر پیروی می‌کند: شرح انواع هر ماشین؛ بررسی قطعات و لوازم اصلی و ضروری هر ماشین و کارکردهای آنها؛ مرور عملیات و فرایندهایی که با استفاده از هر ماشین انجام می‌شود.

ماشین سنگ دستی

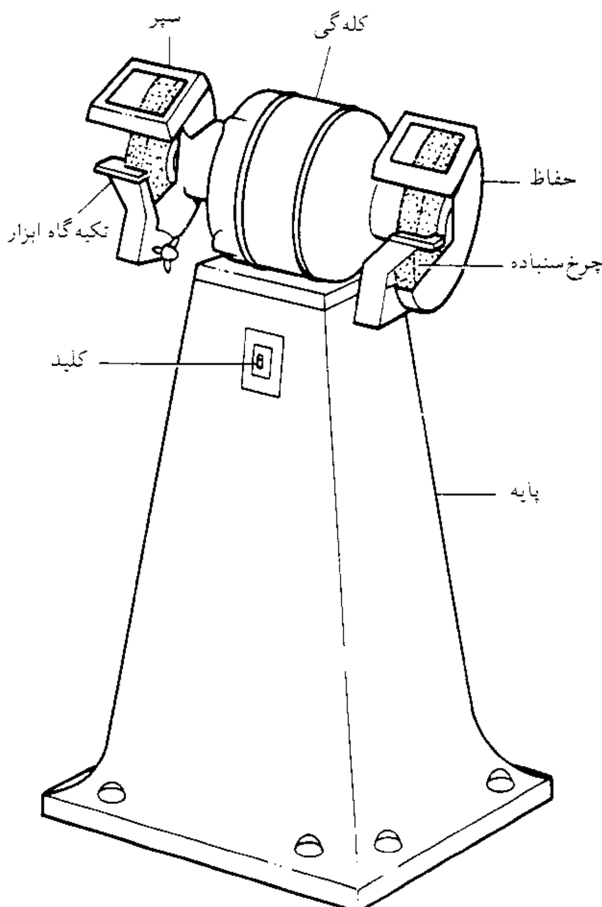
> سنگ زدن ابزارها، در تولید انبوه قطعات دقیق، بسیار مهم است، زیرا دقت هر قطعه تا حدودی به ابزاری بستگی دارد که قطعه را با آن می‌سازند.

سنگ زدن ابزار یا ابزار تیزکنی، از حرفه‌های تخصصی در صنعت فلزکاری است. ابزارهایی که برای تولید به کار می‌روند در بخش مخصوصی تیز می‌شوند که ماشینهای آن بخش به همین منظور طراحی شده‌اند و برای کارهای عمومی از آنها استفاده نمی‌شود.

از ماشین سنگ دستی برای تیزکردن ابزارهای تکی مانند سنبهٔ مرکزنشان، سوزن‌خط‌کش، قلم، شابر، مته و قلم تراشکاری استفاده می‌شود.

انواع ماشین سنگ دستی

ماشینهای سنگ دستی به سه نوع عمده تقسیم می‌شوند. **سنگ پایه‌دار** (شکل ۱۳-۱) یک پایهٔ چدنی سنگین دارد که کله‌گیهای سنگ‌زنی روی آن نصب شده‌اند. **سنگ رومیزی**



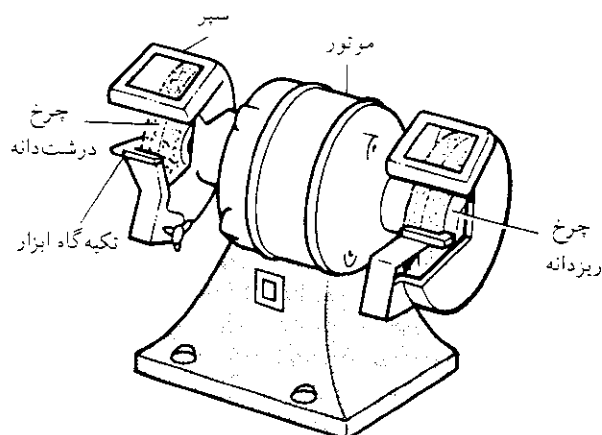
شکل ۱۳ـ۱ سنگ‌پایه‌دار.

(شکل ۱۳-۲) پایهٔ کوچکتر و سبکتری دارد که کله‌گیهای سنگ‌زنی روی آن نصب شده‌اند و این پایه غالباً روی میز کار یا پایهٔ دیگری نصب می‌شود. سنگ مرکب می‌تواند پایه داشته باشد یا روی میز کار نصب شود. بر یک سر محور این سنگ کله‌گی صیقل‌کاری و بر سر دیگر آن چرخ‌سنباده برای سنگ‌زنی نصب شده است. هر سه نوع سنگ دستی اجزای مشابهی به شرح زیر دارند:

پایه از چدن ساخته می‌شود و آن را با پیچ‌مهره به میز کار یا به پایهٔ دیگری که به همین منظور طراحی شده است می‌بندند. سنگ پایه‌دار پایهٔ چدنی بسیار سنگینی دارد. **کله‌گی سنگ‌زنی** بخش بالایی دستگاه است که محور در آن قرار گرفته است؛ در سنگ پایه‌دار، این کله‌گی روی پایهٔ سنگ نصب می‌شود. در سنگ رومیزی، کله‌گی سنگ‌زنی با پوسته‌ای که موتور و محور سنگ در آن قرار گرفته‌اند، یکپارچه است.

محور حامل چرخ‌سنباده است و موتوری، به واسطهٔ تسمه، آن را به چرخش در می‌آورد. در سنگ رومیزی، محور مستقیماً به موتور متصل است. **چرخ‌سنباده‌ها**، که به دو سر محور متصل‌اند، عمل سنگ‌زنی را انجام می‌دهند. غالباً یک چرخ دانه‌های درشت‌تر دارد و دانه‌های سایندهٔ چرخ دیگر ریزتر است. بنابراین هر دو نوع سطح زبر و صاف را می‌توان روی یک ماشین ایجاد کرد.

تکیه‌گاه ابزار، که در جلو هر یک از چرخها تعبیه شده است، نقطهٔ اتکای ابزاری است که سنگ زده می‌شود.



شکل ۱۳-۲ سنگ رومیزی.

فاصلهٔ بین تکیه‌گاه و چرخ‌سنباده باید معمولاً کم باشد (در حدود 2mm) تا ابزار بین چرخ و تکیه‌گاه گیر نیفتد. **حفاظ چرخ** را روی چرخ‌سنباده نصب می‌کنند تا کاربر صدمه نبیند. بعضی از ماشینها **سپر** شیشه‌ای یا پلاستیکی دارند که مانع پریدن جرقه به داخل چشم کاربر می‌شوند.

چرخ‌سنباده

> چرخ‌سنباده از ابزارهای فلزتراشی است، زیرا کار آن براده‌برداری تلقی می‌شود.

چرخ‌سنباده از ذرات مواد ساینده، مانند اکسید آلومینیم یا کاربید سیلیسیم تشکیل می‌شود که به وسیلهٔ عامل متصل‌کننده‌ای به نام **زمینه** به هم چسبانده می‌شوند. ذرات ساینده را **دانه** می‌نامند؛ این دانه‌ها را با استفاده از سرند دانه‌بندی می‌کنند.

ذرات ساینده بر دو نوع اند: **طبیعی و مصنوعی**. **سنباده** (با خلوص ۶۵ درصد)، یکی از ساینده‌های طبیعی است. سنباده از بلورهای اکسید آلومینیم تشکیل می‌شود که در زمینه‌ای از اکسید آهن قرار دارند. **کروندوم** (با خلوص ۹۰ درصد) یکی دیگر از ساینده‌های طبیعی است که از اکسیدهای آلومینیم حاوی مقادیر متغیری ناخالصیهای دیگر تشکیل می‌شود. ساینده‌های مصنوعی متداول عبارت‌اند از کاربید سیلیسیم و اکسید آلومینیم. **کاربید سیلیسیم** ترکیب شیمیایی کربن و سیلیسیم است و برای سنگ زدن موادی به کار می‌رود که مقاومت آنها در برابر سایش کم است. **اکسید آلومینیم**، آلومین گداخته است و برای سنگ زدن فولاد به کار می‌رود.

برای چسباندن دانه‌های ساینده به یکدیگر، از مواد و فرایندهای مختلفی استفاده می‌شود، اما بیشتر **چرخ‌سنباده‌ها** را با **چسبهای شیشه‌ای** می‌سازند. این چسبها از انواع مختلف خاک چینی تشکیل می‌شوند که پخته و سخت شده‌اند. انواع دیگر چسب عبارت‌اند از:

۱. **چسبهای سیلیکاتی**، که در آنها سیلیکات سدیم (آب

شیشه) همراه با اکسید روی به کار می‌رود.

۲. **چسبهای لاستیکی،** که از لاستیک وُلکانیده تشکیل می‌شوند و به چرخ‌سنباده خاصیت برجهندگی می‌دهند.

۳. **چسبهای رزینی مصنوعی،** که در آنها از باکلیت استفاده می‌شود. کاربرد اصلی این نوع چسب در چرخهای معروف به «چرخ انعطاف‌پذیر» است.

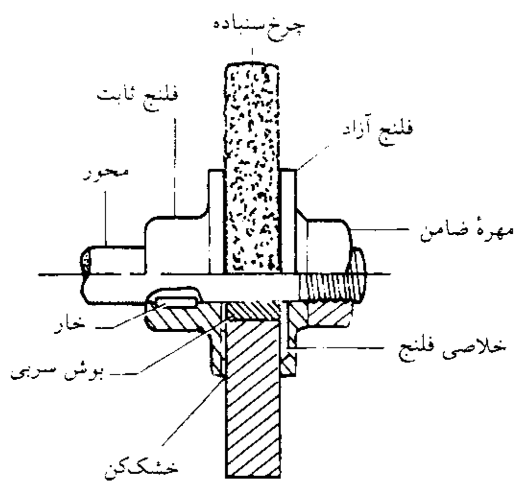
چرخ‌سنباده‌هایی که روی ماشین سنگ دستی نصب می‌شوند با استفاده از دانه‌های کاربید سیلیسیم یا اکسید آلومینیم و نوعی چسب شیشه‌ای ساخته می‌شوند. برای تیز کردن ابزارهایی که نوکی از جنس کاربید تنگستن یا فولاد آلیاژی سخت دارند، از چرخ‌سنباده‌های مخصوص ساخته شده از کاربید سیلیسیم استفاده می‌شود. رنگ این چرخها سبز است و به آسانی می‌شکنند.

> اصل کلی این است که برای سنگ زدن مواد سخت باید از چرخ‌سنبادهٔ نرم استفاده کرد و برعکس.

سختی چرخ‌سنباده را با **درجه** معین می‌کنند. درجهٔ چرخ‌سنباده به سختی یا اندازهٔ دانه‌های آن اشاره نمی‌کند، بلکه استحکام ماده‌ای مورد نظر است که این دانه‌ها را به هم چسبانده است. یعنی ممکن است چرخ‌سنباده‌ای نرم نامیده شود، اما از دانه‌های سایندهٔ بسیار سخت تشکیل شده باشد. انواع مختلف چرخ‌سنباده ساخته می‌شود که در آنها مقدار و استحکام مادهٔ چسباننده متغیر است.

عمل چرخ‌سنباده شبیه عمل ابزارهای فلزتراشی است. چرخ‌سنباده لبه‌های برندهٔ متعددی دارد که به وسیلهٔ دانه‌های کوچک سخت ایجاد می‌شوند و همواره باید تیز بمانند. بنابراین باید در حین پیشروی عملیات سنگ زدن و ساییده شدن دانه‌های ساینده، این دانه‌ها از چرخ‌سنباده جدا شوند و لبه‌های برندهٔ جدیدی پدیدار شود.

در شکل ۱۳ـ۳ نحوهٔ نصب چرخ‌سنباده نشان داده شده است. در مرکز همهٔ چرخ‌سنباده‌ها یک بوش فلزی تعبیه شده است. قطر داخلی این بوش باید کمی بیشتر از قطر محور ماشین باشد. در هنگام نصب چرخ‌سنباده:



شکل ۱۳ـ۳ نحوهٔ نصب چرخ‌سنباده.

۱. چرخ‌سنباده را بین دو فلنج راهنما بگیرید.

۲. در هر طرف چرخ یک واشر کاغذی قرار دهید که قطر آن کمی از قطر فلنج بیشتر باشد.

۳. با استفاده از مهره، چرخ را بین فلنجها ببندید.

سطوح داخلی فلنجها تورفته است تا فشار در ناحیه‌ای هر چه دورتر از مرکز چرخ، بر آن وارد شود.

> در هنگام سنگ زدن مواد نرمی مانند آلومینیم و برنج باید مراقب باشید که چرخ‌سنباده زمینهٔ باز داشته باشد. اگر از چرخ‌سنبادهٔ مناسب استفاده نکنید، به سرعت پر می‌شود و دیگر نمی‌تواند براده‌برداری کند.

وقتی چرخ‌سنباده پر، یا به طور غیریکنواخت ساییده شود، باید آن را **تیزکرد** تا لبه‌های برندهٔ جدیدی ایجاد شود. برای تیز کردن چرخ‌سنباده می‌توان تیزکن الماسی یا چرخ تیزکن الماسی را عمود بر چرخ‌سنباده در حال چرخش گرفت تا تیز شود.

دریل

یکی از روشهای متداول اتصال قطعات فلزی، جازدن آنهاست. برای جا زدن یک قطعه در دیگری، باید سوراخ یا سوراخهایی در یکی از قطعات ایجاد کرد و قطعهٔ دیگر را در

این سوراخها جا زد تا مجموعه‌ای تشکیل شود. فرایند ایجاد سوراخ را **سوراخکاری،** ماشین مورد استفاده برای این عمل را **دریل** و ابزار سوراخکاری را **مته** می‌نامند.

انواع دریل

انــواع دریــل کــه در کـارگاههای آمـوزشی نـصب مـی‌شود عبارت‌اند از **دریل رومیزی** (شکـل ۱۳ـ۴) و **دریـل سـتونی** (شکل ۱۳ـ۵). اجزای این دو نوع دریل مشابه‌انـد، بـا ایـن تفاوت که دریل ستونی، پایه‌ای بلندتر و محکمتر به شکـل ستون دارد و روی کف کارگاه نصب می‌شود. در شکل ۱۳ـ۶ عملیات سوراخکاری نشان داده شده است.

نوع دیگری دریل، به نام **دریل رادیال** نیز وجود دارد؛ این نوع دریل بازویی شعاعی دارد که کـله‌گـی مـاشین روی آن نصب می‌شود و در امتداد آن حرکت می‌کند. این نوع دریل معمولاً در کارگاههای آموزشی یافت نمی‌شود.

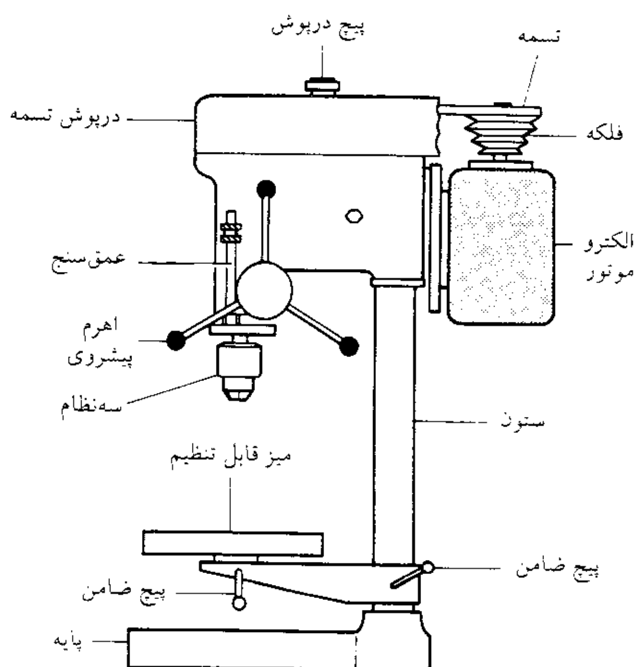
اجزای دریل

اجزای اصلی دریل در هر دو نوع ستونی و رومیزی مشـابه است.

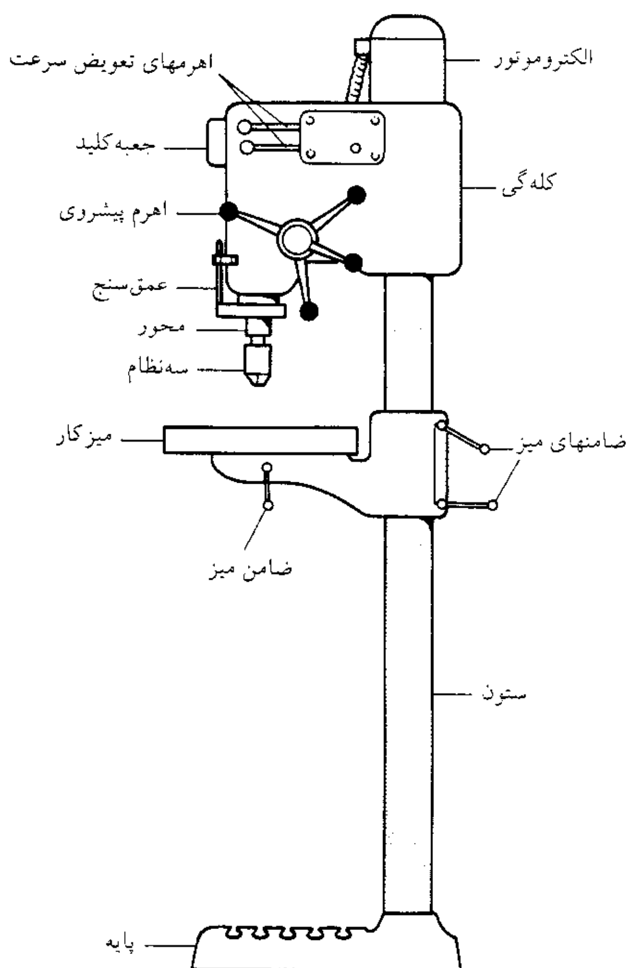
کله‌گی بخش بالایی ماشین است که روی ستون قرار دارد و فلکه‌ها و تسمه در آن تعبیه شده‌اند.

دریــل دو فــلکه دارد: یکـی روی الکـتروموتور نـصب می‌شود و دیگری به محور دریل متصل است. این دو فلکه به وسیلهٔ تسمهٔ جناغی به هـم مـتصل مـی‌شوند. هـر فـلکه معمولاً چهار پله (با قطرهای مختلف) دارد. برای ثابت نگه داشتن فاصله بین پله‌ها، و بـنابرایـن تـعویض آسـانتر مـحل تسمه برای تغییر سرعت، فلکه‌ها را به ترتیب مخالف نصب می‌کنند. فلکه‌ای که روی محور الکتروموتور نصب می‌شود، طوری قرار می‌گیرد که کوچکترین پلهٔ آن پایین و بـزرگترین پلهٔ آن بالا باشد. اما در فلکه‌ای که روی محور دریل نـصب می‌شود، کوچکترین پله در پایین و بزرگترین پله در بالاست (شکل ۱۳ـ۷).

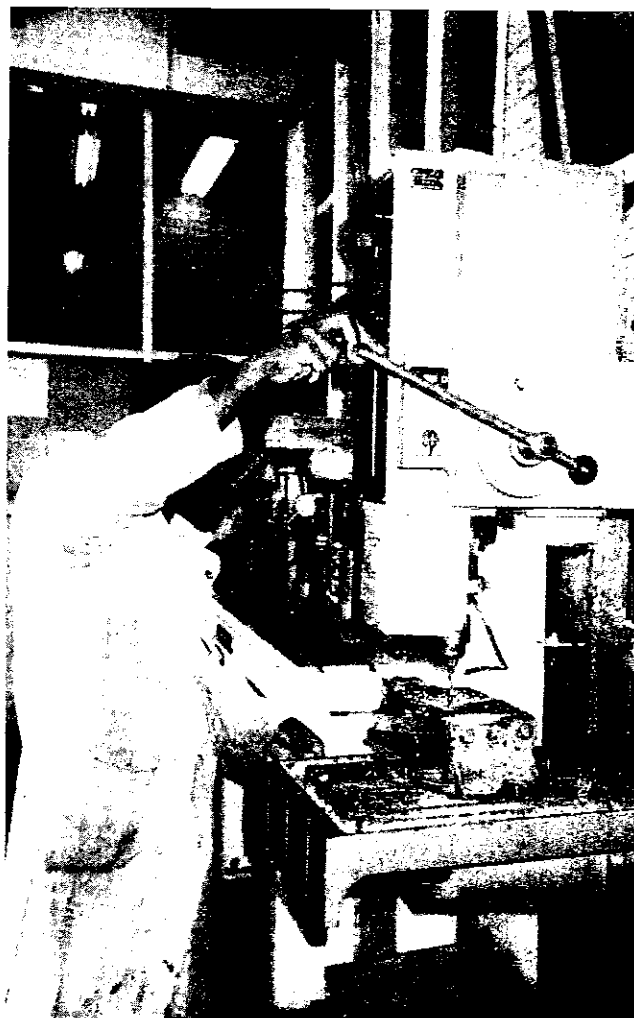
تسمهٔ جناغی فلکهٔ موتور و فلکهٔ محور را به هم مـتصل



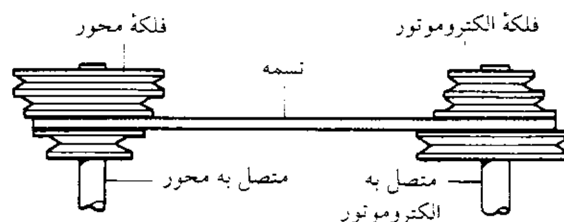
شکل ۱۳ـ۴ دریل رومیزی.



شکل ۱۳ـ۵ دریل ستونی.



شکل ۱۳ـ۶ انجام عملیات سوراخکاری.



شکل ۱۳ـ۷ ترتیب نصب فلکه‌ها.

می‌کند. این تسمه حرکت را از **الکتروموتور** به محور محرک ماشین انتقال می‌دهد. **محور ماشین** محوری است که فلکهٔ متحرک به آن متصل می‌شود. در سر این محور سوراخی مخروطی تعبیه شده است که سه‌نظام یا بوشی مخروطی را در خود جای می‌دهد.

ستون تکیه‌گاه کله‌گی ماشین است. **پایه** را معمولاً از چدن می‌ریزند. پایه تکیه‌گاه ستون و کله‌گی است. پایهٔ دریل را با پیچ به میز کار، یا اگر دریل ستونی باشد، به کف کارگاه می‌بندند. در پایهٔ دریل شیارهایی تعبیه شده است که می‌توان قطعه‌کارهای بزرگ را روی آن بست.

سه‌نظام روی دماغهٔ محور نصب می‌شود و **مته** را می‌گیرد.

میز دریل از چدن ساخته شده است و روی ستون نصب می‌شود. میز را می‌توان در هر وضعیتی روی ستون دریل تنظیم و با پیچ ثابت کرد. این میز هم شیارهایی دارد و می‌توان قطعه‌کار یا گیره را با پیچ به آن بست، به ویژه وقتی از مته‌ای بزرگ استفاده می‌شود.

از **اهرم پیشروی** برای پایین آوردن محور و پیشروی مته در داخل قطعه‌کار استفاده می‌شود. این اهرم به وسیلهٔ مکانیسم میل‌دنده و پیستون کنترل می‌شود.

از **عمق‌سنج** هنگامی استفاده می‌شود که ایجاد **سوراخ کور** با عمق معین مورد نظر باشد. برای تنظیم عمق مورد نظر، باید مته را پایین آورد تا با سطح قطعه‌کار تماس پیدا کند؛ سپس باید مهره را روی درجهٔ (عمق) مورد نظر تنظیم و با مهره‌قفلی قفل کرد. این عمل را باید پیش از شروع سوراخکاری انجام داد.

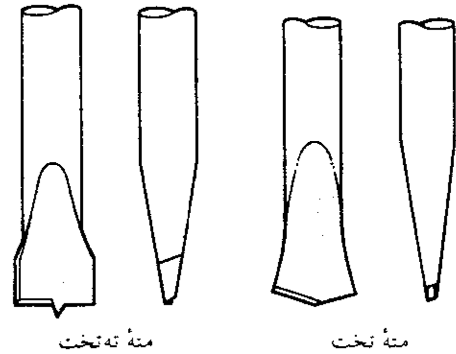
انواع مته

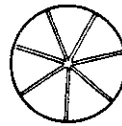
مته در انواع مختلف ساخته می‌شود و هر نوع برای عملیات سوراخکاری متفاوتی طراحی شده است (شکل ۱۳ـ۸).

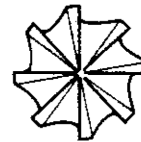
متهٔ تخت

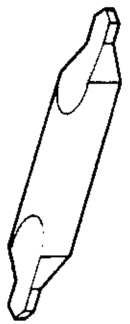
در کارگاههای آموزشی به ندرت از این نوع مته استفاده می‌شود، اما باید با آن آشنا شوید زیرا، در صورت نیاز، می‌توانید آن را در کارگاه بسازید. این نوع مته را معمولاً از فولاد پرکربن یا میل نقره‌ای می‌سازند. لبهٔ برنده را با چکش شکل می‌دهند و در صورت نیاز آن را آب می‌دهند و بازپخت می‌کنند.

از متهٔ تخت برای صاف کردن کف سوراخهایی که با مته‌مارپیچ ایجاد شده‌اند، استفاده می‌شود. کاربردهای دیگر آن در سوراخکاری ورق نازک و سوراخکاری مواد سخت است.

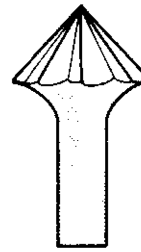


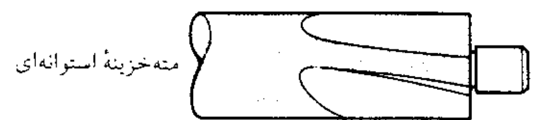


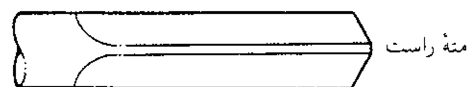












شکل ۱۳ـ۸ انواع مته.

مته‌مرغک

این نوع مته ویژگیهای مته‌مارپیچ و مته خزینه را با هم دارد و به همین سبب آن را متهٔ مرکب نیز می‌نامند. از این نوع مته عمدتاً برای سوراخکاری سر محورها و آماده کردن آنها به منظور نصب بین مرغکهای ماشین‌تراش، یا تعیین محل سوراخکاری روی ماشین‌تراش استفاده می‌شود.

پیشروی را باید ابتدا آهسته شروع کرد تا نوک مته نشکند.

وقتی می‌خواهید سر محور را مته‌مرغک بزنید، باید ابتدا آن را کاملاً صاف بتراشید، زیرا وجود ناهمواری روی سطح محور ممکن است سبب لغزیدن نوک مته و شکستن آن شود.

مته باید سفت بسته شده باشد، زیرا متهٔ شل ممکن است جابه‌جا شود و احتمالاً بشکند.

مته‌خزینه

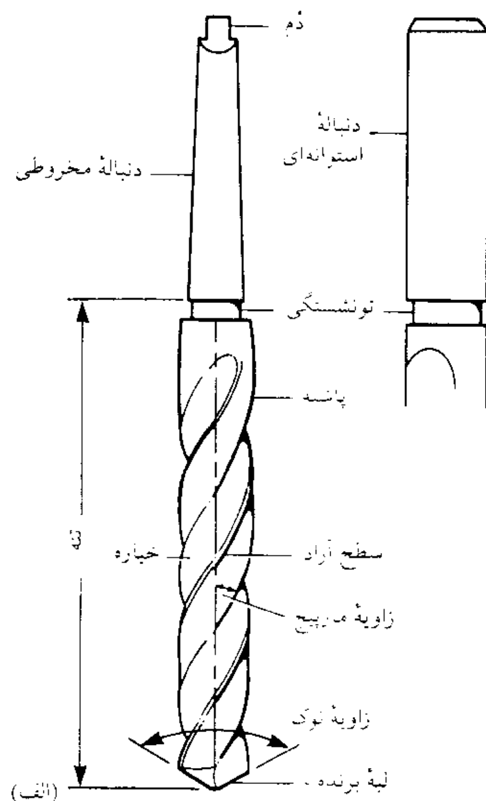
از این نوع مته برای ایجاد پخ داخلی در لبهٔ سوراخ، که **خزینه** نام دارد، استفاده می‌کنند. هدف از خزینه‌کاری لبهٔ سوراخ، تعبیهٔ جایی برای نشستن گُلِ پیچ یا پرچ است، به طوری که نسبت به سطح قطعه برجسته نباشد. مته‌خزینه پخی با زاویهٔ ۶۰° یا ۹۰° ایجاد می‌کند.

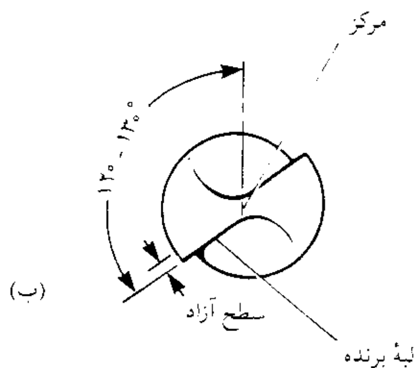
مته‌خزینه بر دو نوع است. **مته‌خزینهٔ مخروطی** را غالباً از فولاد پرکربن می‌سازند. این نوع مته بیشتر برای سوراخکاری مواد نرم، مانند چوب، با استفاده از دریل دستی به کار می‌رود. **مته خزینهٔ ماشینی** را از فولاد تندبر می‌سازند و بنابراین برای سوراخکاری مواد سختی مانند فولاد مناسب است. این نوع مته بیشتر روی دریل و ماشین‌تراش بسته می‌شود.

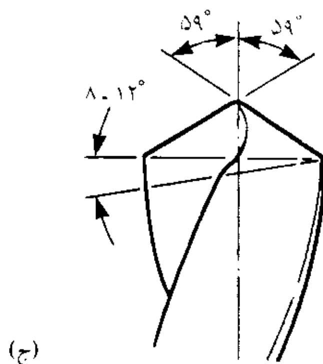
در هنگام استفاده از مته‌خزینه دقت کنید؛ تیز کردن این نوع مته، اگر غیرممکن نباشد، بسیار دشوار است.

مته‌خزینهٔ استوانه‌ای

از این نوع مته نیز، مانند مته‌خزینه، فقط برای کار روی سوراخهایی که قبلاً ایجاد شده‌اند استفاده می‌شود. از این مته بیشتر برای گشاد کردن دهانهٔ سوراخ، تا عمقی معین، استفاده می‌شود تا بتواند گُلِ پیچ سراستوانه‌ای را در خود جای دهد. برای **پیشانی‌تراشی موضعی** و ایجاد سطحی سخت یا سطحی مناسب برای نشستن واشر یا مهره نیز از این نوع مته استفاده می‌شود.







شکل ۱۳-۹ مته‌مارپیچ: الف) بخشهای مختلف مته؛ ب) زاویهٔ نوک مته؛ ج) خلاص لبهٔ برنده.

دقت کنید که خزینه‌ای که ایجاد می‌کنید با سوراخ اولیه هم‌مرکز باشد.

متهٔ راست

این نوع مته، به جای خیاره‌های مارپیچی، خیاره‌های راست دارد. متهٔ راست برای سوراخکاری موادی مانند برنج، که سوفاله‌های کوتاه تولید می‌کنند،مناسب است. چون خیاره‌های این مته مستقیم‌اند و بنابراین زاویهٔ برادهٔ مته صفر است، نمی‌تواند سوفاله را از سوراخ بیرون براند و باید آن را مکرراً از سوراخ بیرون کشید، به ویژه اگر عمق سوراخ زیاد باشد.

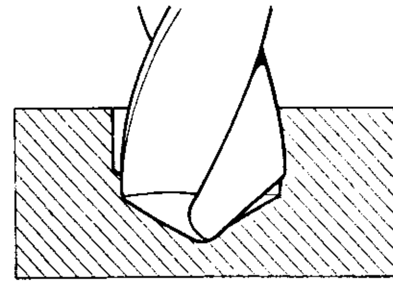
مته‌مارپیچ

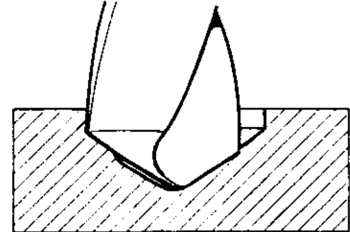
این مته پرمصرفترین مته است و از بخشهای زیر تشکیل می‌شود (شکل ۱۳-۹).

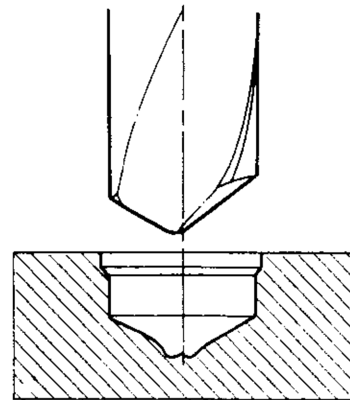
دُم، قسمت تخت انتهای دنبالهٔ مخروطی مته است که در قسمت تخت دماغهٔ محور دریل یا غلافی مخروطی جای می‌گیرد و مانع چرخیدن مته در سه‌نظام می‌شود. با استفاده از دُم مته، می‌توان به کمک سنبه، مته را از محور جدا کرد.

دنباله، بخشی از مته است که در بالای قسمت خیاره‌دار قرار دارد و در سه‌نظام، غلاف مخروطی یا دماغهٔ محور جای می‌گیرد. دنبالهٔ مته را به دو شکل می‌سازند: **دنبالهٔ استوانه‌ای،** که به سه‌نظام بسته می‌شود و **دنبالهٔ مخروطی** که مستقیماً به دماغهٔ محور یا به غلافی مخروطی متصل می‌شود.

تنهٔ مته، بخشی از مته است که بین نوک و دنباله قرار دارد و خیاره‌ها روی آن تعبیه شده‌اند. این ناحیه از سمت نوک به طرف دنباله شیب دارد تا در هنگام ایجاد سوراخی عمیق، آزادی لازم تأمین شود. **خیاره‌ها** شیارهای مارپیچی روی تنهٔ مته‌اند که زاویهٔ براده را تأمین می‌کنند. به سبب وجود همین خیاره‌هاست که براده و سوفاله از سوراخ بیرون می‌آید. آب‌صابون نیز از طریق همین سوراخها به لبه‌های برنده می‌رسد. **سطح آزاد** بخش باریک و براقی است که در امتداد خیاره‌ها مشاهده‌می‌شود. این‌سطح از محیط‌سوراخ فلزبرداری می‌کند. **پاشنه** ناحیهٔ پشت سطح آزاد است و آن را طوری







شکل ۱۳ـ۱۰ نتیجهٔ سنگ زدن نادرست مته‌مارپیچ: الف) نامساوی بودن زوایا؛ ب) خارج از مرکز بودن نوک مته؛ ج) نامساوی بودن زوایا و خارج از مرکز بودن نوک مته.

سنگ می‌زنند که تنهٔ مته آزادی داشته باشد. **جان،** ناحیهٔ بین خیاره‌هاست. ضخامت آن از نوک مته، به طرف دنباله، افزایش پیدا می‌کند و بر استحکام مته می‌افزاید. جان مته، لبه‌ای شبیه اسکنه در نوک سنگ‌زدهٔ مته ایجاد می‌کند و سوراخکاری از همین لبه آغاز می‌شود.

لبه‌های مته را باید سنگ زد تا طول آنها مساوی شود، وگرنه سوراخ معیوبی ایجاد می‌شود. **زاویهٔ مارپیچ،** زاویه‌ای است که خیاره‌ها با محور مته می‌سازند. زاویهٔ براده، در مته‌هایی که مارپیچ تند دارند، بزرگتر است؛ این نوع مته برای سوراخکاری مواد نرم، مانند آلومینیم مناسب است. زاویهٔ براده، در مته‌هایی با مارپیچ کُند، کوچکتر است؛ از این نوع مته برای سوراخکاری آلیاژهایی مانند برنج و برنز استفاده می‌شود که سوفاله‌های کوتاهتر ایجاد می‌کنند.

سنگ زدن صحیح مته اهمیت دارد. اگر مته درست سنگ نخورده باشد، سوراخهای ایجادشده دقیق نخواهند بود (شکل ۱۳ـ۱۰).

در هنگام سنگ زدن مته باید نکات زیر را رعایت کنید:

۱. زاویهٔ نوک مته را 118° بگیرید.
۲. آزادی نوک مته باید با اندازهٔ آن متناسب باشد: هرچه قطر مته کمتر باشد، زاویهٔ آزادی باید بزرگتر باشد. زاویهٔ آزادی میانگین بین 10° تا 12° است.
۳. زوایای دو لبهٔ برنده باید برابر باشند.
۴. طول دو لبه باید برابر باشد.

روش سوراخکاری

۱. ابتدا محل سوراخ را با سنبه‌نشان مشخص کنید.
۲. مته‌ای با اندازهٔ مناسب انتخاب کنید و آن را به سه‌نظام یا محور دریل ببندید.
۳. سرعت محور را، متناسب با مته‌ای که به آن بسته‌اید، تنظیم کنید.
۴. قطعه‌کار را محکم به گیره ببندید؛ در صورت لزوم از پیچ‌مهره استفاده کنید.
۵. اگر سوراخ کور ایجاد می‌کنید، عمق آن را تنظیم کنید.
۶. گیره و قطعه‌کار را محکم با یک دست بگیرید.
۷. دریل را روشن کنید و مته را به تدریج و به طور یکنواخت، با فشار ثابت، به داخل قطعه‌کار پیش برانید.

▲
- سعی نکنید محور دریل را با دست متوقف کنید.
- سوفاله را با دست جمع نکنید.
- در هنگام سوراخکاری لباس گشاد نپوشید.
- در هنگام سوراخکاری از لباس محافظ مناسب، همراه با عینک ایمنی، استفاده کنید.

۸. در صورت لزوم از آب‌صابون استفاده کنید.
۹. وقتی مته از ته سوراخ بیرون آمد، دیگر به اهرم فشار نیاورید.
۱۰. دریل را خاموش و قطعه‌کار را از گیره باز کنید.
۱۱. میز دریل را تمیز کنید.

ماشین‌تراش

در میان ماشین‌ابزارهایی که در کارگاه فلزکاری به کار می‌آید، ماشین‌تراش (شکلهای ۱۳-۱۱ و ۱۳-۱۲) از همه قدیمیتر و مفیدتر است.

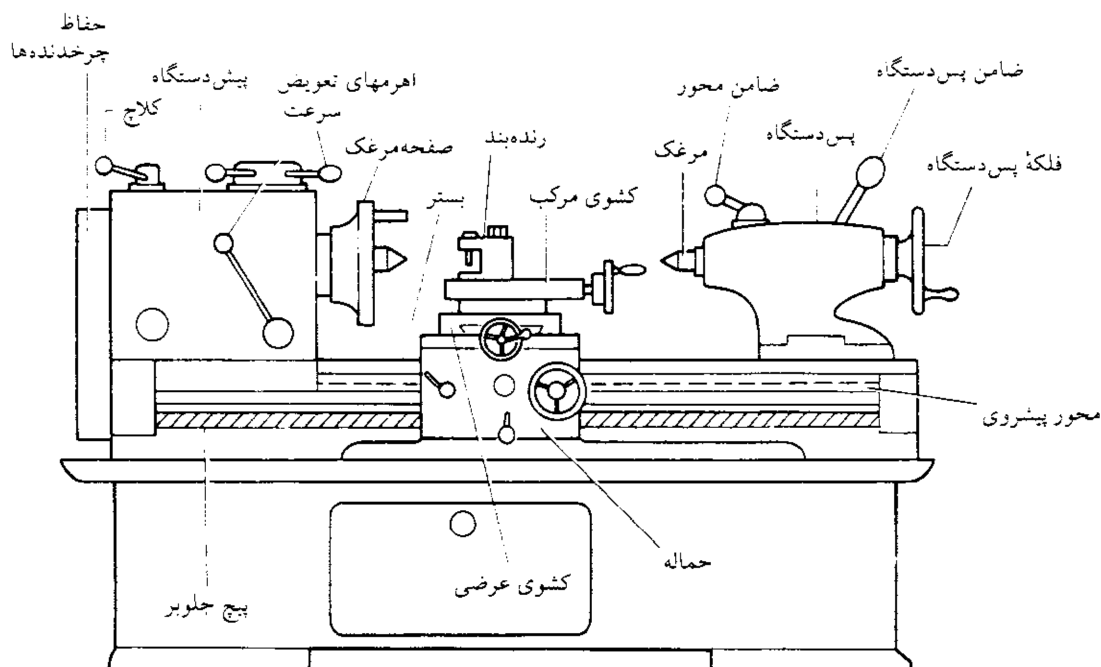
ماشین‌تراش را غالباً «پدر همهٔ ماشین‌ابزارها» می‌نامند. هنری مادزلی در تکمیل ماشین‌تراش نقش ارزنده‌ای داشته است و از این بابت مدیون او هستیم.

اجزای اصلی ماشین‌تراش

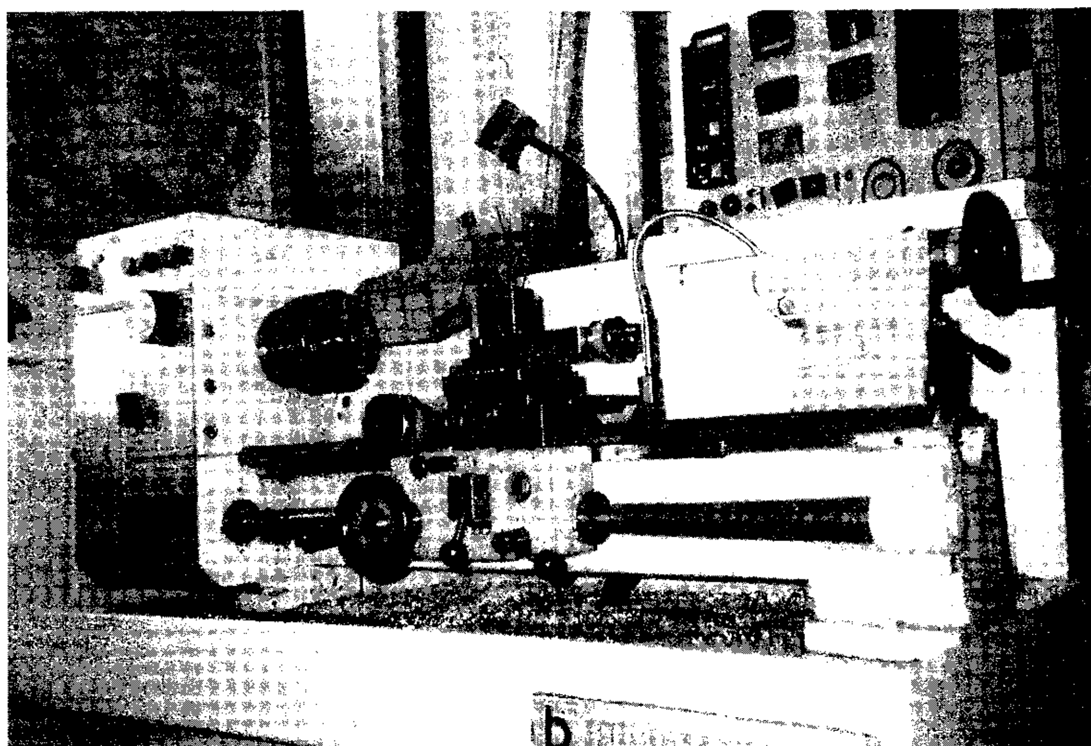
بستر ماشین‌تراش قاب سنگینی از چدن مرغوب است. بستر ماشین‌تراش سازهٔ اصلی این ماشین است و پیش‌دستگاه روی آن نصب می‌شود. سطح بستر را ماشینکاری می‌کنند تا کشوها یا راههایی برای حرکت حماله (سوپورت) و پس‌دستگاه روی آن تعبیه شود. کشوی ماشین‌تراش می‌تواند صاف، جناغی یا تلفیقی از این دو باشد (شکل ۱۳-۱۳). در هر دو نوع، پس‌دستگاه روی یک جفت از سطوح می‌لغزد و حماله روی جفت دیگر. بدین ترتیب هیچ ناحیه‌ای از بستر ماشین‌تراش بی‌جهت ساییده نمی‌شود. بستر ماشین‌تراش را با دنده‌های قطری تقویت می‌کنند تا صلبیت آن حداکثر شود و از تابیدن آن و اثر سایر تنشها جلوگیری به عمل آید.

پیش‌دستگاه شامل همهٔ چرخدنده‌ها و مکانیسمهای ضروری برای استفاده از دورهای مختلف است. پیش‌دستگاه را همواره در سر سمت چپ بستر نصب می‌کنند. پیش‌دستگاه از چدن ساخته می‌شود و حاوی محور ماشین است که سه‌نظام و صفحه‌نظام روی آن پیچ می‌شوند.

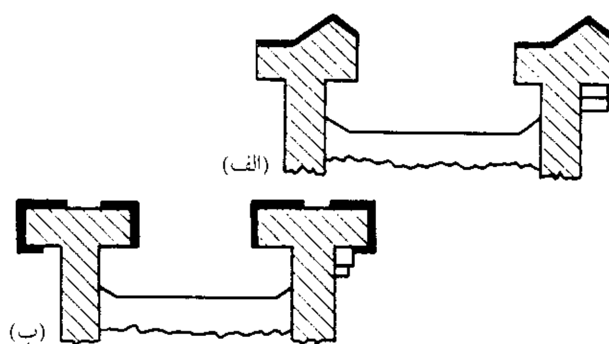
پس‌دستگاه بخشی از ماشین‌تراش است که در سر سمت راست بستر قرار می‌گیرد و در هنگامی که قطعه‌کار بین دو مرغک می‌چرخد، تکیه‌گاه آن است. مته، برقو و غیره را نیز به پس‌دستگاه می‌بندند. پس‌دستگاه پیشروی این ابزارها را تأمین می‌کند. بدنهٔ پس‌دستگاه ریختگی است و کف آن را ماشینکاری می‌کنند تا روی کشوهای بستر ماشین‌تراش حرکت کند و به هر نقطهٔ بستر برود. در ناحیهٔ جلو پس‌دستگاه سوراخی مخروطی وجود دارد که مرغک،



شکل ۱۳-۱۱ اجزای ماشین‌تراش.



شکل ۱۳ـ۱۲ ماشین‌تراش معمولی.



شکل ۱۳ـ۱۳ انواع بستر ماشین‌تراش: الف) بستر با مقطع جناغی ب) بستر با مقطع تخت.

غلاف مخروطی و تنهٔ مخروطی مته در آن جای می‌گیرد؛ پس‌دستگاه به وسیلهٔ فلکه‌ای که در انتهای آن تعبیه شده است به حرکت در می‌آید. به منظور تنظیم مرغک پس‌دستگاه، برای مخروط‌تراشی، اسبابی برای تنظیم در نظر گرفته شده است. در وضعیت عادی، مرغک پس‌دستگاه با مرغک پیش‌دستگاه همراستاست.

حماله (سوپورت) قطعه‌ای ریختگی و تخت است که کف آن را ماشینکاری کرده‌اند تا روی کشوهای بستر ماشین‌تراش بلغزد و جابه‌جا شود. سطح بالایی حماله را ماشینکاری می‌کنند تا سطحی مناسب برای کشوی عرضی ایجاد شود. **قوطی** به قسمت جلو حماله متصل می‌شود و حاوی مکانیسمهای محرک صفحهٔ رنده‌بند و کشوی عرضی است. مجموعهٔ حماله و قوطی را غالباً **صفحهٔ رنده‌بند** می‌نامند. این صفحه، با چرخاندن فلکهٔ دستی، در طول بستر حرکت می‌کند. با استفاده از مکانیسمی خودکار نیز می‌توان آن را به حرکت درآورد.

کشوی عرضی جزئی از ماشین‌تراش است که روی حماله نصب می‌شود و در امتداد عمود بر بستر ماشین حرکت می‌کند. کشوی عرضی به وسیلهٔ پیچ و مهره‌ای چپگرد جابه‌جا می‌شود. برای به حرکت درآوردن کشوی عرضی می‌توان از فلکهٔ دستی یا مکانیسم خودکار استفاده کرد. از کشوی عرضی معمولاً برای پیشروی و پیشانی‌تراشی استفاده می‌شود. **کشوی مرکب** روی کشوی عرضی سوار می‌شود و می‌توان آن را با هر زاویه‌ای، نسبت به کشوی عرضی، تنظیم کرد. بدین ترتیب می‌توان قلم را در امتدادهایی غیر از آنها که حماله و کشوی عرضی امکانپذیر

می‌کنند، به حرکت درآورد. کشوی مرکب برای روتراشی و تراشیدن مخروطهای کوتاه و پخ زدن به‌کار می‌آید.

پیچ جلوبر محور بالایی است که در امتداد طولی و در قسمت جلو بستر ماشین‌تراش نصب می‌شود. این پیچ رزوهٔ مربعی دارد و برای دادن حرکت طولی خودکار به قلم، در حین پیچ‌تراشی به‌کار می‌رود. محرک پیچ جلوبر جعبه دندهٔ پیچ‌تراشی است که به پیش‌دستگاه متصل است. **محور پیشروی**، محور پایینی است که در امتداد طولی و در قسمت جلو بستر ماشین‌تراش نصب می‌شود. وقتی اهرم حرکت عرضی خودکار درگیر شود و محور پیشروی به‌چرخش درآید، کل حماله به طور خودکار در طول بستر به حرکت درمی‌آید. از این روش غالباً برای انجام عملیات روتراشی، به‌ویژه وقتی صافی سطح بهتری مورد نظر باشد، استفاده می‌کنند.

اندازه یا ظرفیت ماشین‌تراش به وسیلهٔ سه عامل اصلی تعیین می‌شود:

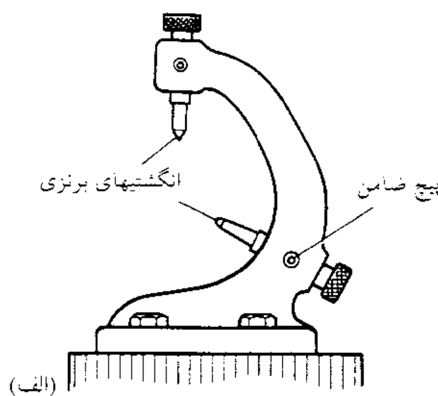
۱. حداکثر قطر قطعه‌کاری که می‌توان روی دستگاه روتراشی کرد. این قطر به فاصلهٔ بین سطح بستر و مرغکها بستگی دارد.
۲. حداکثر طول قطعه‌کاری که می‌توان بین مرغکها بست.
۳. حداکثر فاصله بین سطح بستر و مرغکها در دهانهٔ ماشین‌تراش، هرگاه از ماشین‌تراش دهانه‌دار استفاده می‌شود.

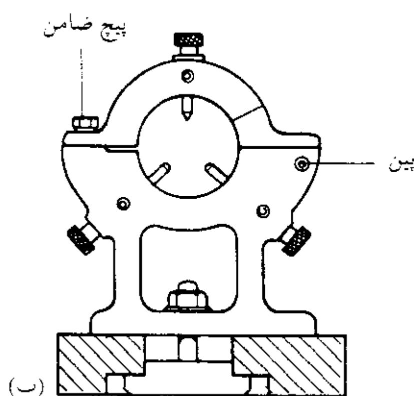
ملحقات ماشین‌تراش

ماشین‌تراش طوری طراحی شده است که بتوان عملیات مختلفی را روی آن انجام داد. برای کمک به انجام این عملیات، ماشین‌تراش را غالباً به کارگیرهای اضافی، مانند لینت، صفحه‌مرغک، نوک‌گیر، صفحه‌نظام و مرغک مجهز می‌کنند.

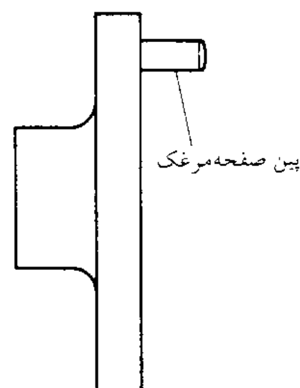
لینت (کمربند) کارگیری است که روی ماشین‌تراش نصب می‌شود تا میله‌های طویل را نگه دارد و از شکم دادن آنها در حین انجام عملیات روتراشی یا برش جلوگیری کند. لینت بر دو نوع است: متحرک و ثابت. لینت متحرک (شکل ۱۳-۱۴ الف) با پیچ‌مهره به حماله بسته می‌شود و در نتیجه با آن به حرکت در می‌آید و قلم فلزتراشی را دنبال می‌کند. لینت متحرک دو انگشتی برنزی دارد که درست پشت قلم قرار می‌گیرند. انگشتیها به وسیلهٔ پیچ ضامن در جای خود محکم می‌شوند. با استفاده از لینت ثابت می‌توان سر قطعه‌ای بلند را که سر دیگر آن به سه‌نظام بسته شده است، نگه داشت (شکل ۱۳-۱۴ ب)؛ کاربرد دیگر آن به صورت تکیه‌گاه قطعه‌ای است که بین دو مرغک بسته شده است، به شرط آنکه مزاحم حرکت قلم نشود.

صفحه‌مرغک وسیله‌ای است که در هنگام روتراشی بین دو مرغک به‌کار می‌آید (شکل ۱۳-۱۵). صفحه‌مرغک، صفحهٔ دایره‌ای است که در مرکز آن سوراخی رزوه شده تعبیه شده است که روی محور ماشین پیچیده می‌شود. وقتی صفحه‌مرغک همراه محور ماشین می‌چرخد، پین آن با





شکل ۱۳-۱۴ لینتهای ماشین‌تراش: الف) لینت متحرک؛ ب) لینت ثابت.

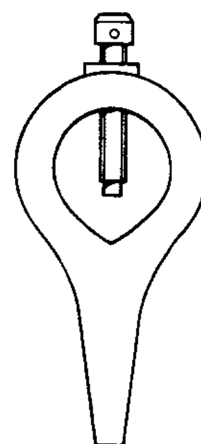


شکل ۱۳-۱۵ صفحه‌مرغک.

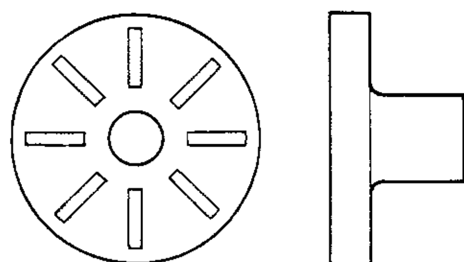
نوک‌گیر درگیر می‌شود. قطعه‌کار با پیچ به نوک‌گیر بسته شده است؛ در نتیجه پین صفحه‌مرغک، نوک‌گیر را همراه با قطعه‌کار به چرخش در می‌آورد.

نوک‌گیر قطعهٔ فلزی آهنگری شده‌ای است که در بخش بزرگتر آن سوراخی تعبیه شده است که سر قطعه‌کار در آن قرار می‌گیرد (شکل ۱۳-۱۶). در همین بخش از گیره سوراخ رزوه شده‌ای قرار دارد که پیچ ضامن در آن بسته می‌شود تا قطعه‌کار را محکم نگه دارد. سر کوچکتر نوک‌گیر با پین صفحه‌مرغک می‌گردد. بعضی از نوک‌گیرها نوک قلاب‌داری دارند که با شکاف لبهٔ صفحه‌مرغک جفت می‌شود.

صفحه‌نظام (شکل ۱۳-۱۷) برای گرفتن قطعاتی با شکل نامنظم به کار می‌رود. این صفحه به شکل دایره است و سوراخی رزوه شده در مرکز دارد. صفحه‌نظام شبیه صفحه‌مرغک است، با این تفاوت که روی آن تعدادی شیار



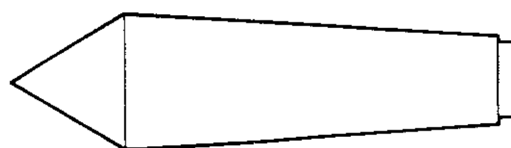
شکل ۱۳-۱۶ نوک‌گیر.



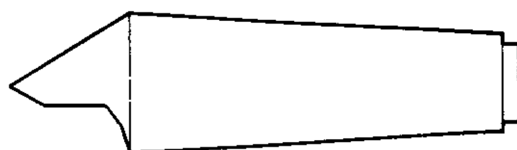
شکل ۱۳-۱۷ صفحه‌نظام.

تعبیه شده است. پیچهایی که قطعه‌کار را با آنها می‌بندند، در این شیارها قرار می‌گیرند. صفحه‌نظام روی محور ماشین پیچیده می‌شود و همراه آن می‌چرخد.

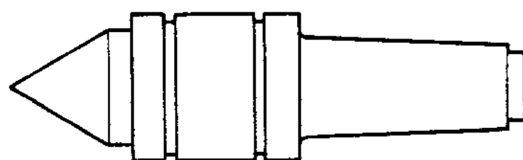
مرغک تکیه‌گاهی است که سر قطعه‌کار را نگه می‌دارد (شکل ۱۳-۱۸). مرغک را معمولاً از فولاد ابزار کربنی می‌سازند و آن را سخت‌کاری و بازپخت می‌کنند. دنبالهٔ مرغک مخروطی است و در سوراخ مخروطی پس‌دستگاه و سوراخ مخروطی محور پیش‌دستگاه جفت می‌شود. سر دیگر مرغک که قطعه‌کار روی آن سوار می‌شود، مخروطی با زاویهٔ رأس $60°$ است. برای کارهای سنگین می‌توان از زاویهٔ $75°$ یا $90°$ نیز استفاده کرد.



مرغک کامل



مرغک ناقص



مرغک گردان

شکل ۱۳-۱۸ انواع مرغک.

مرغکی که روی محور ماشین‌تراش نصب می‌شود و با آن می‌چرخد **مرغک پیش‌دستگاه** نام دارد. مرغکی که روی پس‌دستگاه نصب می‌شود نمی‌چرخد، ولی قطعه‌کار روی نوک آن می‌چرخد. این مرغک را **مرغک ثابت** می‌نامند. مرغکی که زاویهٔ رأس آن کامل باشد، **مرغک کامل** نام دارد. در صورت استفاده از این نوع مرغک نمی‌توان پیشانی‌تراشی کامل انجام داد. این مرغک مانع روتراشی قطعات باریک نیز می‌شود، زیرا هنگامی که قلم خیلی به سر سمت راست قطعه‌کار نزدیک شود، با مرغک تماس پیدا می‌کند. **مرغک ناقص** مرغکی است که بخشی از آن، تقریباً تا نزدیکی نوک مرغک، بریده شده است. این مرغک را به پس‌دستگاه می‌بندند تا بتوانند پیشانی‌تراشی کامل، یا روتراشی تا نزدیکی سر قطعه انجام دهند.

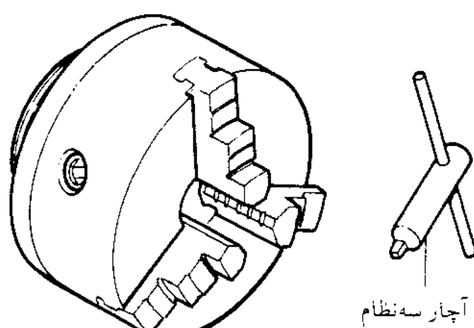
در **مرغک گردان**، بین نوک و دنبالهٔ مرغک، بلبرینگی تعبیه شده است. با نصب این بلبرینگ، نوک مرغک می‌تواند مستقل از دنبالهٔ آن بچرخد. این نوع مرغک را غالباً به پس‌دستگاه می‌بندند. مزیت اصلی مرغک گردان آن است که به آسانی ساییده نمی‌شود: همراه با قطعه‌کار می‌چرخد و اصطکاک بین قطعه‌کار و مرغک کاهش می‌یابد.

روش بستن قطعه‌کار به ماشین‌تراش

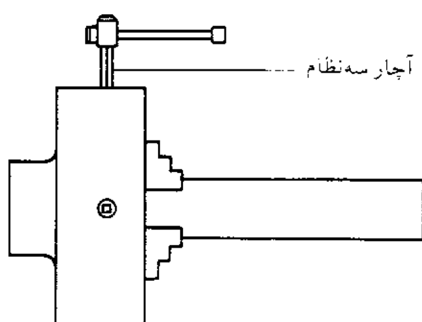
گفتیم که ماشین‌تراش سودمندترین ماشین‌ابزار است. این گفته به معنای آن است که با استفاده از ماشین‌تراش می‌توانید عملیات مختلفی انجام دهید. بنابراین باید برای بستن قطعه‌کارهای مختلف به ماشین‌تراش، از روشهای مختلف استفاده کرد، زیرا قطعه‌کارهای مختلف، شکلها و اندازه‌های متفاوت دارند. روشهای اصلی بستن قطعه‌کار به ماشین‌تراش عبارت‌اند از: بستن قطعه به سه‌نظام؛ بستن قطعه به چهارنظام؛ بستن قطعه بین دو مرغک؛ استفاده از صفحه‌نظام؛ استفاده از گیرهٔ فشنگی یا کولت و استفاده از میل متحرک.

بستن قطعه‌کار به سه‌نظام

سه‌نظام (شکل ۱۳-۱۹)، نوعی کارگیر با سه فک است. با



شکل ۱۳-۱۹ سه‌نظام.



شکل ۱۳-۲۰ قطعه‌کار بسته شده به سه‌نظام.

استفاده از آچار مخصوص می‌توان فکهای سه‌نظام را به هم نزدیک یا از هم دور کرد. فکها با هم حرکت می‌کنند و بدین ترتیب می‌توان قطعه‌کار را به سرعت به سه‌نظام بست و تنظیم کرد. هر سه‌نظام غالباً دو دست فک دارد؛ یک دست فک سخت و یک دست فک نرم. فکها پله دارند و از پله‌ها برای گرفتن قطعات توخالی، مانند لوله، استفاده می‌شود. فکها شماره دارند و در هنگام تعویض، باید آنها را به ترتیب عوض کرد.

برای بستن قطعه‌کار به سه‌نظام (شکل ۱۳-۲۰)، باید مراحل زیر را دنبال کنید:

۱. آچار سه‌نظام را در یکی از آچارخورها قرار دهید و آن را در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا فکها به اندازه‌ای باز شوند که قطعه در میان آنها جای بگیرد.
۲. قطعه‌کار را در میان فکها قرار دهید.
۳. آچار سه‌نظام را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا فکهای سه‌نظام، قطعه را محکم بگیرند.

۴. وقتی فکها قطعه را سفت گرفتند، آچار سه‌نظام را بردارید. برداشتن آچار سه‌نظام بسیار مهم است؛ اگر آن را برندارید، وقتی ماشین را روشن کنید و سه‌نظام به چرخش درآید، آچار پرتاب می‌شود و ممکن است به کسی یا چیزی آسیب برساند.

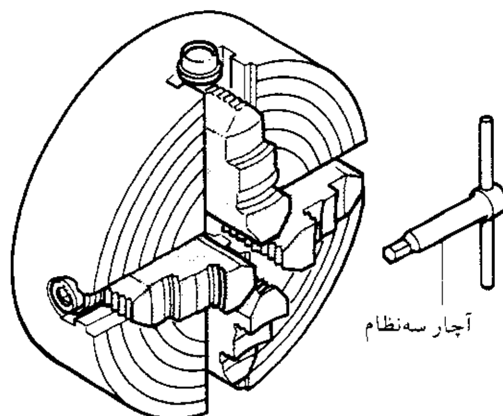
سه‌نظام فقط برای بستن میله‌های گرد و شش‌گوش مناسب است؛ قطعاتی با شکل نامنظم، یا شکلهای هندسی، مانند میله‌های چهارگوش و هشت‌گوش را نمی‌توان به آن بست.

بستن قطعه‌کار به چهارنظام

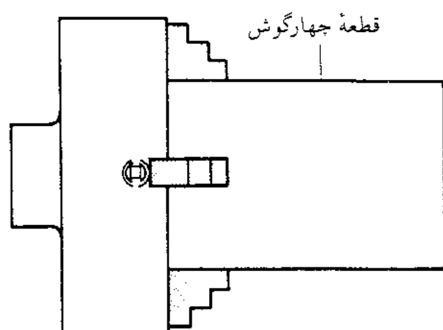
چهارنظام (شکل ۱۳-۲۱) نیز مکانیسمی شبیه سه‌نظام دارد، اما فکهای آن مستقل از هم حرکت می‌کنند. بنابراین با استفاده از چهارنظام می‌توان هر شکل قطعه‌کاری را به ماشین‌تراش بست (شکل ۱۳-۲۲). با استفاده از چهارنظام، در مقایسه با سه‌نظام، می‌توان به درجهٔ بالایی از هم‌مرکزی دست یافت، اما کار با چهارنظام مستلزم مهارت بیشتری است و تنظیم کردن قطعه روی آن، بیشتر وقت می‌گیرد.

برای بستن قطعه‌کار به چهار نظام به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. فکهای چهارنظام را، مستقل از هم، به اندازه‌ای باز کنید که قطعه‌کار در میان آنها جا شود.



شکل ۱۳ـ۲۱ چهارنظام.



شکل ۱۳ـ۲۲ قطعه‌کار بسته شده به چهارنظام.

۲. قطعه‌کار را در میان فکها قرار دهید و فکها را چنان تنظیم کنید که با آن فقط تماس پیدا کنند.

۳. هم‌راستایی یا هم‌مرکزی را با استفاده از سوزن‌خط‌کش پایه‌دار یا ساعت اندازه‌گیری وارسی کنید.

۴. تنظیمهای ضروری را انجام دهید و سپس چهارنظام را سفت کنید. آچار را از روی چهارنظام بردارید.

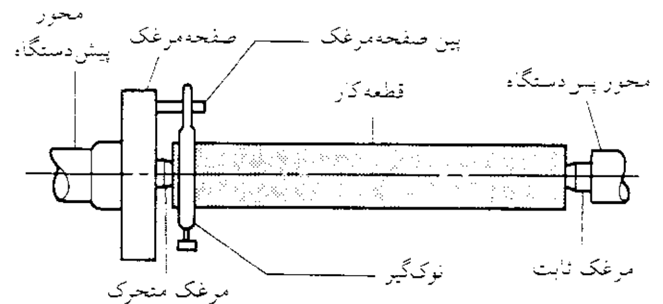
۵. ماشین را روشن کنید و عملیات فلزتراشی مورد نظر را انجام دهید.

بستن قطعه‌کار بین دو مرغک

قطعه‌کارهایی که طول زیادی از آنها از سه‌نظام بیرون می‌آید، تمایل به نوسان و لنگ زدن دارند و انجام عملیات فلزتراشی روی آنها دشوار است. برای جلوگیری از این مشکل، این قبیل قطعات را بین دو مرغک می‌بندند؛ یکی از مرغکها روی محور پیش‌دستگاه سوار می‌شود و دیگری در پس‌دستگاه قرار می‌گیرد (شکل ۱۳-۲۳).

در این روش می‌توان به درجهٔ هم‌مرکزی بالایی دست یافت، به شرط آنکه مرغکها هم‌راستا باشند. با استفاده از ساعت اندازه‌گیری و میل‌متحرک موازی، یا با نزدیک کردن دو مرغک به هم، به طوری که نوکهای آنها با هم تماس پیدا کند، و به کمک پیچ تنظیم پس‌دستگاه، هم‌راستایی مرغکها را وارسی کنید. این آزمون را می‌توانید قبل از بستن قطعه‌کار بین مرغکها، انجام دهید.

برای بستن قطعه‌کار بین مرغکها، به ترتیب زیر عمل کنید:



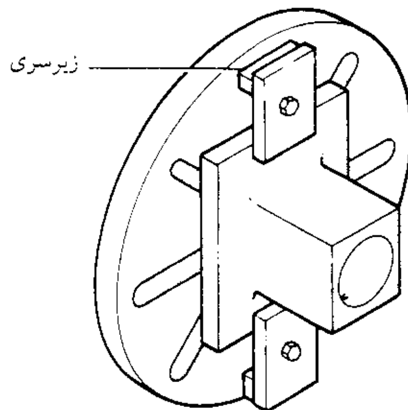
شکل ۱۳-۲۳ بستن قطعه‌کار بین مرغکها.

۱. هر دو سر قطعه‌کار را مته‌مرغک بزنید.
۲. سه‌نظام را باز کنید و به جای آن صفحه‌مرغک ببندید.
۳. دو مرغک را سوار کنید؛ یکی در کلاهک مخروطی پیش‌دستگاه (مرغک متحرک) و دیگری در کلاهک مخروطی پس‌دستگاه (مرغک ثابت).
۴. همراستایی مرغکها را وارسی کنید.
۵. پس از سوار کردن نوک‌گیر در سری که به مرغک متحرک متصل می‌شود، قطعه‌کار را بین دو مرغک قرار دهید. به نوک دو مرغک گریس بمالید.
۶. قطعه‌کار را به چرخش درآورید تا از تکیهٔ صحیح آن به مرغکها مطمئن شوید. تنظیمهای لازم را می‌توانید با چرخاندن فلکهٔ پس‌دستگاه، در جهت حرکت عقربه‌های ساعت یا مخالف آن به ترتیب، برای سفت کردن یا شل کردن، انجام دهید.
۷. کلاهک پس‌دستگاه را در جای خود ببندید. اکنون می‌توانید عملیات فلزتراشی را شروع کنید.

> اگر طول قطعه‌کار زیاد است باید از لینت متحرک استفاده کنید تا قطعه شکم ندهد.

بستن کار به صفحه‌نظام

قطعه‌کاری که به سبب شکل یا اندازه، نمی‌توان آن را روی سه‌نظام یا چهارنظام بست، با پیچ‌مهره یا گیره روی صفحه‌نظام بسته می‌شود. صفحه‌نظام سطح مرجعی است که قطعه را محکم نگه می‌دارد (شکل ۱۳-۲۴).



شکل ۱۳-۲۴ قطعه‌کار بسته شده به صفحه‌نظام.

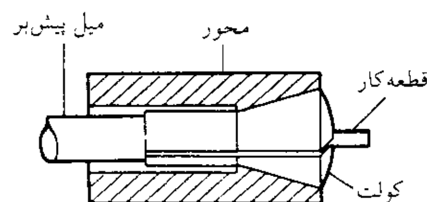
برای بستن قطعه‌کار به صفحه‌نظام، به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. سه‌نظام یا چهارنظام را باز کنید و صفحه‌نظام را به جای آن ببندید.
۲. قطعه‌کار را روی صفحه‌نظام قرار دهید و با پیچ‌مهره یا گیره آن را محکم کنید.
۳. همراستایی و توازن قطعه‌کار را وارسی کنید.
۴. اگر قطعه‌کار متوازن نیست، وزنه‌ای به نقطه‌ای از آن متصل کنید تا متوازن شود.
۵. قطعه‌کار را به چرخش درآورید و عملیات فلزکاری مورد نظر را شروع کنید.

استفاده از کولت (گیرهٔ فشنگی)

از کولت برای گرفتن قطعه‌کارها و میله‌های پرداختکاری شده استفاده می‌شود. کولت بر دو نوع است: فنری و چندسوراخه.

کولت فنری به صورت دست ساخته می‌شود و در هر دست تعدادی گیره وجود دارد که گسترهٔ کارگیری آنها به حدود ۰٫۵ اندازهٔ نامی محدود می‌شود. نمونه‌ای از این نوع گیره، کولت با میل پیش‌بر است که وسیله‌ای سریع و دقیق برای گرفتن قطعات کوچک مورد استفاده در مدلسازی، ساخت ابزار دقیق و ساعت است. این گیره از فولاد عملیات حرارتی شده ساخته می‌شود و به شکل بوشی شکاف‌دار است که می‌تواند میله‌های گرد، چهارگوش



شکل ۱۳ـ۲۵ قطعه‌کار بسته شده به کولت.

و شش‌گوش را بگیرد.

کولت چندکاره از بدنه‌ای فولادی تشکیل می‌شود که تعدادی تیغهٔ فنرسوار، با آرایش شعاعی دارد. وقتی کولت به داخل محفظه‌ای مخروطی رانده می‌شود، تیغه‌ها به صورت موازی با هم حرکت می‌کنند و گسترهٔ حرکت آنها از ۳mm بیشتر است. وقتی فشار برداشته شود، فنرها تیغه‌ها را به جای اول برمی‌گردانند و آنها را به طرف جلو می‌رانند؛ در نتیجه قطعه آزاد می‌شود. بعضی از این نوع کولتها، مانند سه‌نظام، آچار دارند؛ بعضی دیگر با اهرم یا برق کار می‌کنند؛ این کولتها را می‌توان در حین کار ماشین بازکرد یا بست.

در هنگام استفاده از کولت با میل پیش‌بر (شکل ۱۳ـ۲۵)، باید به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. سه‌نظام را از پیش‌دستگاه باز کنید.
۲. میل پیش‌بر لوله‌ای را از پشت پیش‌دستگاه در محفظهٔ محور فرو ببرید و آن را در کولت بپیچید.
۳. قطعه‌کار را در کولت قرار دهید.
۴. میل پیش‌بر را بچرخانید تا کولت به داخل کلاهک مخروطی یا دماغهٔ محور کشیده شود و قطعه را سفت نگه دارد.
۵. ماشین را روشن کنید و عملیات فلزتراشی مورد نظر را انجام دهید.

استفاده از میل‌متحرک

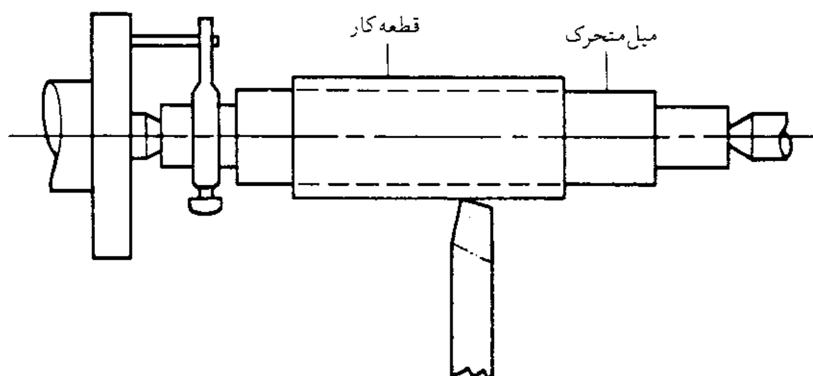
میل‌متحرک میلهٔ گرد و دقیقی از جنس فولاد کربنی است که سختکاری و با شیب بسیار کمی سنگ زده شده است، به طوری که می‌توان آن را به سوراخی پرداختکاری شده وارد کرد و به آن فشار آورد تا در سوراخ جایگیر شود. دو سر میل‌متحرک مته‌مرغک می‌خورد تا بتوان آن را بین دو مرغک بست (شکل ۱۳ـ۲۶).

برای استفاده از میل‌متحرک به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. قطعه‌کار را روی میل‌متحرک سوار کنید و با فشار آن را جایگیر کنید.
۲. سه‌نظام را باز کنید.
۳. صفحه‌مرغک را به جای آن ببندید.
۴. مرغکها را در پیش‌دستگاه و پس‌دستگاه نصب کنید.
۵. به یک سر میل‌متحرک، نوک‌گیر ببندید.
۶. میل‌متحرک و قطعه‌کار سوار بر آن را بین مرغکها ببندید.
۷. ماشین‌را روشن‌کنید و فشار وارد بر مرغکها را وارسی کنید.
۸. عملیات فلزتراشی مورد نظر را انجام دهید.

قلمهای تراشکاری

ابزارهای فلزتراشی مورد استفاده روی انواع ماشینهای

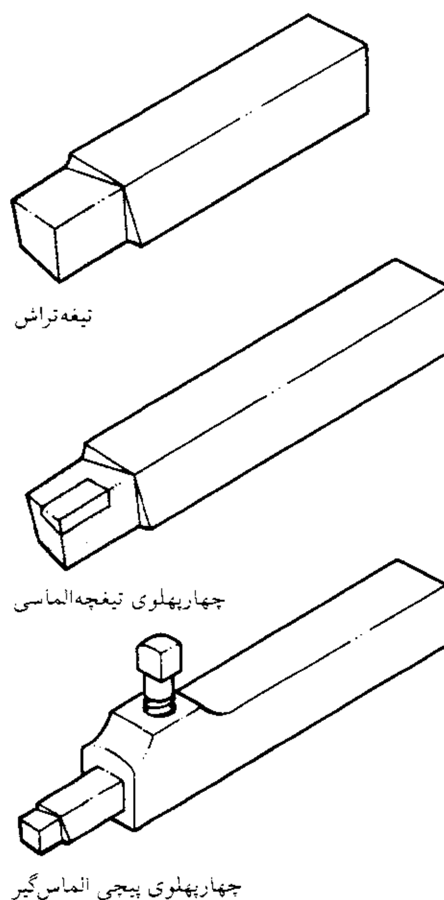


شکل ۱۳ـ۲۶ استفاده از میل‌متحرک.

روتراشی، سوراخ‌تراشی، صفحه‌تراش و صفحه‌تراش دروازه‌ای را **قلم تک‌لبه** می‌نامند، زیرا فقط یک لبهٔ برنده دارند. این ابزارها را به سه دسته تقسیم می‌کنند: تیغه‌تراش، چهارپهلوی تیغچه الماسی و چهارپهلوی پیچی الماس‌گیر (شکل ۱۳-۲۷).

آن دسته از قلمهای تراشکاری که لبهٔ برندهٔ آنها جزئی از تنهٔ قلم است، **تیغه‌تراش** نامیده می‌شوند. لبهٔ برندهٔ این قلمها را، از طریق آهنگری، به شکل مناسب در می‌آورند و سپس سنگ می‌زنند تا شکل نهایی را پیدا کند. این نوع قلم را معمولاً از **فولاد تندبر** می‌سازند.

هرگاه لبهٔ برنده‌ای از جنس فولاد تندبر، استلیت یا کاربید سمانته، به تنه‌ای از جنس فولاد کم‌کربن جوشکاری یا زردجوشکاری شود، قلم را **چهارپهلوی تیغچه الماسی** می‌نامند. از این نوع قلم می‌توان در دمای بالا استفاده کرد، بدون آنکه سختی آن کاهش یابد.



شکل ۱۳-۲۷ قلمهای تراشکاری.

آن دسته از قلمهای تراشکاری که در قلم‌گیر یا میلهٔ داخل‌تراشی نصب و با پیچ یا بست تنظیم می‌شوند، **قلم تیغچه‌ای** نام دارند. اغلب تیغچه‌ها را از فولاد تندبر می‌سازند.

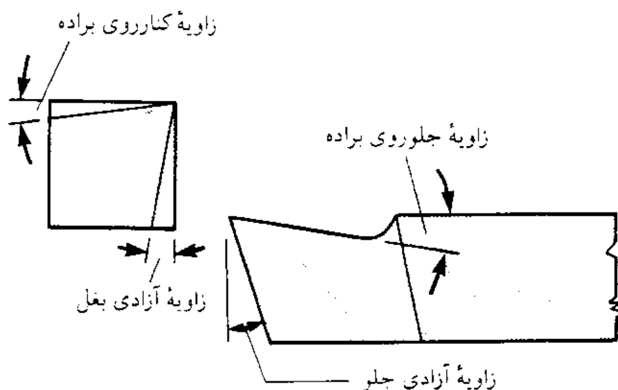
زوایای قلم

برای آنکه قلم تراشکاری بتواند به طور مؤثری فلزتراشی کند، باید فقط یک لبهٔ برنده یا نوک داشته باشد. یعنی جلو، بغل و روی قلم نباید با قطعه‌کار تماس داشته باشد. به این منظور قلم را طوری سنگ می‌زنند که زوایای آزادی و براده روی آن تشکیل شود (شکل ۱۳-۲۸).

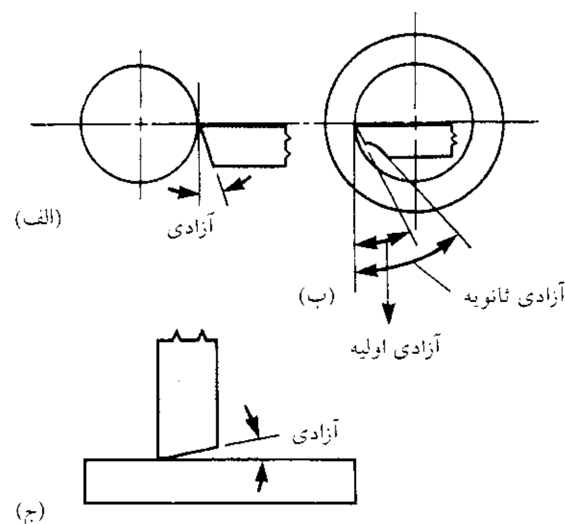
زاویهٔ آزادی، زاویهٔ تشکیل شده بین سطح آزاد قلم و خطی مماس بر سطح قطعه‌کار، در لبهٔ برنده است. قلم دو زاویهٔ آزادی دارد: **زاویهٔ آزادی جلو** که از نوک قلم اندازه‌گیری می‌شود و **زاویهٔ آزادی بغل** که از کنار قلم اندازه‌گیری می‌شود.

شکل قطعه‌کار در زاویهٔ آزادی قلم تأثیر دارد (شکل ۱۳-۲۹). سه شکل پایه که بر زاویهٔ آزادی اثر می‌گذارند عبارت‌اند از:

۱. **استوانه‌های خارجی**، یعنی روتراشی، که در آن باید از زاویهٔ آزادی بین °۵ و °۱۰ استفاده کرد؛
۲. **استوانه‌های داخلی**، یعنی داخل‌تراشی، که بسته به قطر قطعه‌کار، زاویهٔ آزادی ثانویه در آن باید از °۸ بیشتر باشد؛



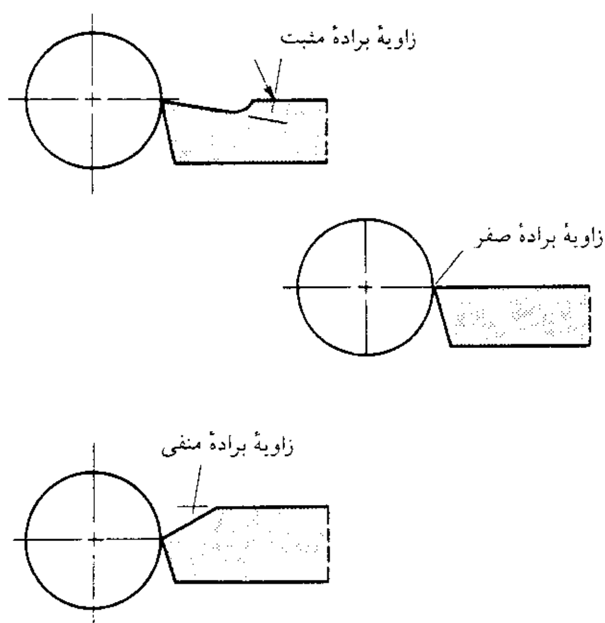
شکل ۱۳-۲۸ زوایای قلم.



شکل ۱۳ـ۲۹ اثر شکل قطعه بر زاویهٔ آزادی: الف) استوانهٔ خارجی؛ ب) استوانهٔ داخلی؛ ج) سطح تخت.

۳. **سطوح تخت**، یعنی صفحه‌تراشی، که در آن باید از زاویهٔ آزادی بین °۶ و °۸ استفاده کرد.

زاویهٔ براده زاویهٔ بین رویهٔ قلم و خطی قائم بر سطح، یا پیشانی قطعه‌کار در لبهٔ برنده است. **زاویهٔ جلوروی براده**، شیب رویهٔ قلم است. مقدار واقعی آن، بسته به جنس قطعه‌ای که تراشیده می‌شود، تغییر می‌کند. معمولاً برای مواد آسان‌تراشی مانند فولاد نرم و آلومینیم، باید زاویهٔ جلوروی بزرگ باشد. برای تراشکاری موادی مانند چدن و برنج ریختگی باید از زاویهٔ جلوروی کوچک استفاده کرد. **زاویهٔ کنارروی براده**، شیب رویهٔ برنده نسبت به انتهای قطعه‌کار است که در صفحهٔ افقی اندازه‌گیری می‌شود. **زاویهٔ واقعی براده**، شیب واقعی رویهٔ برندهٔ قلم در مقابل قطعه‌کار



شکل ۱۳ـ۳۰ انواع زاویهٔ براده.

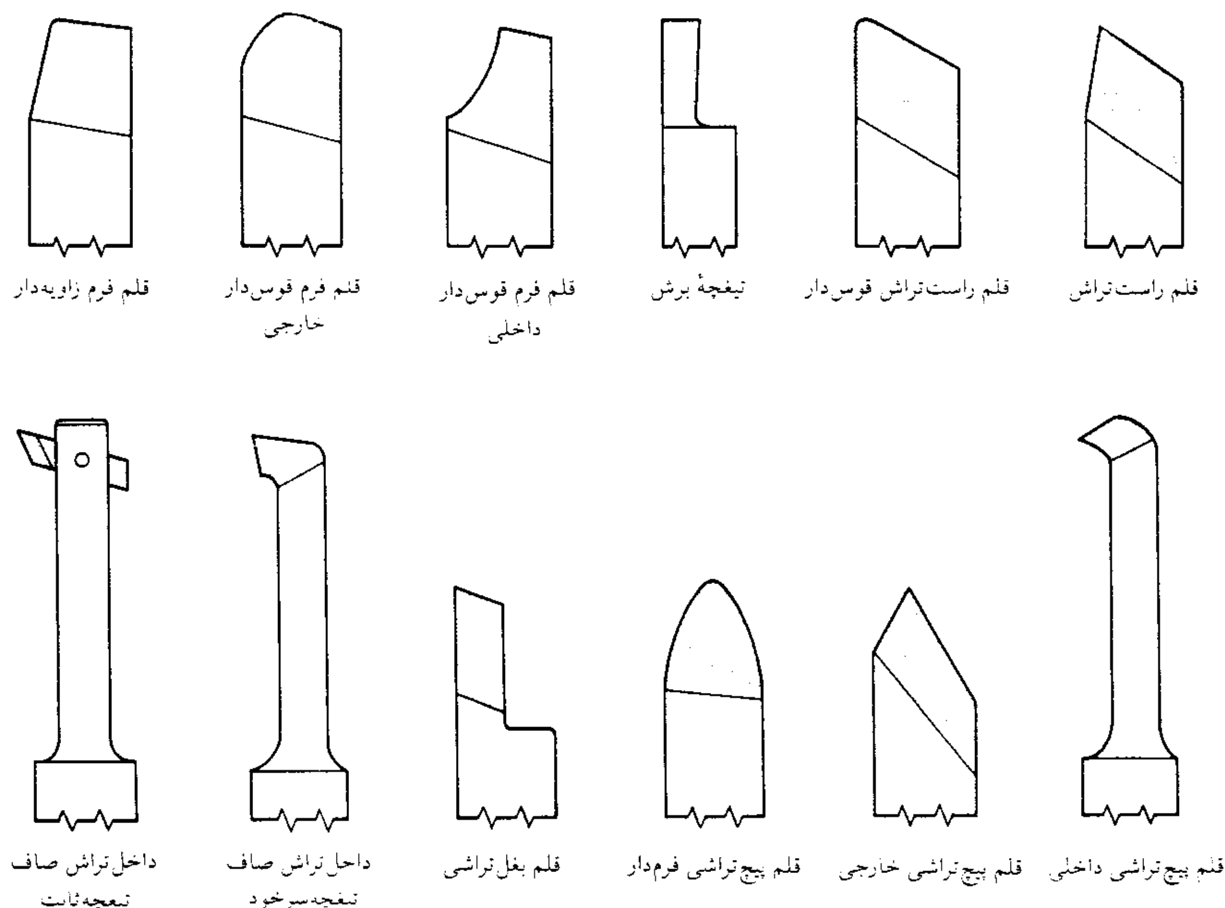
است. معمولاً این زاویه ترکیبی از زوایای کنارروی و جلوروی براده است.

اگر زاویهٔ تراش جلو، یعنی زاویهٔ رویهٔ قلم، به اضافهٔ زاویهٔ گوه، از °۹۰ کمتر باشد، زاویهٔ براده را مثبت می‌دانند. اگر زاویهٔ تراش جلو از °۹۰ بیشتر باشد، زاویهٔ براده را منفی می‌دانند. اگر قلم زاویهٔ رویه نداشته باشد، می‌گویند **زاویهٔ برادهٔ** آن صفر است (شکل ۱۳ـ۳۰).

زوایای براده بر تشکیل براده، سایش قلم، نیروی تراش، صافی سطح و سرعت مجاز برش اثر می‌گذارند. در جدول ۱۳ـ۱ فهرست زوایای پیشنهادی قلم برای قلمهای ساخته شده از فولاد تندبر آمده است. در شکل ۱۳ـ۳۱ مجموعه‌ای از قلمهای متداول دیده می‌شود.

جدول ۱۳ـ۱ زوایای پیشنهادی برای قلمهایی از جنس فولاد تندبُر

ماده‌ای که باید تراشکاری شود	زاویهٔ آزادی جلو (درجه)	زاویهٔ آزادی بغل (درجه)	زاویهٔ بالاروی براده (درجه)	زاویهٔ کناررویِ براده (درجه)
فولاد نرم	۸ ـ ۱۰	۶ ـ ۱۰	۱۸ ـ ۲۰	۱۸ ـ ۲۰
فولاد پرکربن	۶ ـ ۸	۶ ـ ۸	۶ ـ ۱۰	۶ ـ ۱۰
چدن	۸ ـ ۱۰	۶ ـ ۱۰	۵ ـ ۱۰	۷ ـ ۱۰
برنج	۶ ـ ۱۰	۶ ـ ۱۰	۰ ـ ۵	۰ ـ ۵
آلومینیم	۸ ـ ۱۰	۸ ـ ۱۰	۲۵ ـ ۴۰	۱۵ ـ ۲۰



شکل ۱۳ـ۳۱ قلمهای تراشکاری متداول.

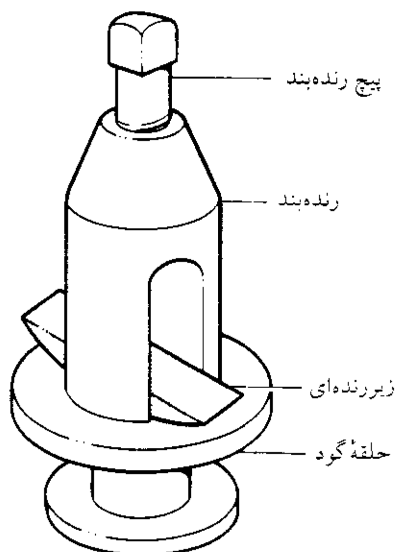
بستن و تنظیم قلمهای تراشکاری

عاملهای متعددی بر بازده کار با ماشین‌تراش تأثیر می‌گذارند. این عاملها عبارت‌اند از وضعیت ماشین‌تراش، دقت اسبابهای اندازه‌گیری مورد استفاده و نحوهٔ بستن قلم. مثلاً تنظیم و زیربندی نادرست قلم می‌تواند بر کیفیت کار تأثیر منفی بگذارد.

انواع رنده‌بند

برای بستن قلمهای تراشکاری از سه نوع رنده‌بند استفاده می‌شود:

رنده‌بند با حلقه و زیررنده‌ای (شکل ۱۳-۳۲) روی ماشین‌تراش‌های امریکایی نصب می‌شود و بنابراین آن را رنده‌بند امریکایی نیز می‌نامند. در این نوع رنده‌بند، با حرکت دادن زیررنده‌ای، که روی حلقهٔ پیرامون رنده‌بند می‌خوابد، می‌توان قلم را به سرعت تنظیم کرد. پایهٔ رنده‌بند



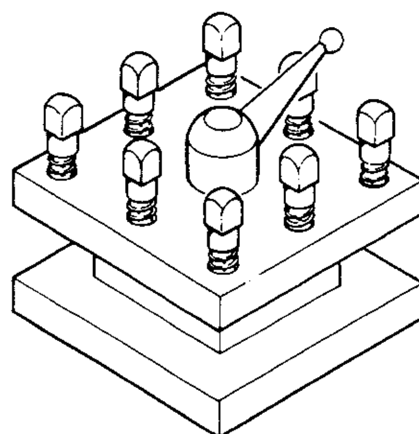
شکل ۱۳ـ۳۲ رنده‌بند با حلقه و زیررنده‌ای.

به شکل T است و در شکاف کشوی مرکب قرار می‌گیرد. رنده‌بند شیاری هم در ناحیهٔ وسط دارد که قلم‌گیر یا قلم تراشکاری را در خود جای می‌دهد. در بالای رنده‌بند پیچ

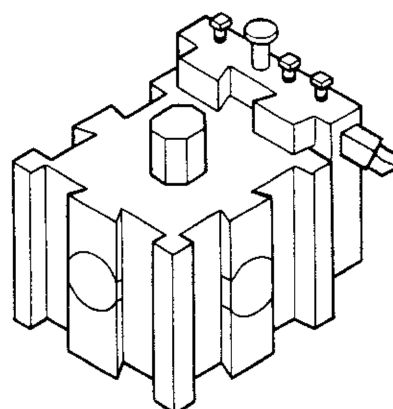
ضامنی تعبیه شده است که قلم‌گیر یا قلم تراشکاری را روی زیررنده‌ای می‌فشارد. روی این نوع رنده‌بند فقط یک قلم می‌توان بست.

رنده‌بند گردان (شکل ۱۳-۳۳) قطعه‌ای مربعی است که روی کشوی مرکب نصب می‌شود. این رنده‌بند چهار راه یا بَر دارد که می‌توان چهار قلم را به آنها بست. با استفاده از این نوع رنده‌بند می‌توان چند عمل تراشکاری را پشت سر هم انجام داد، بدون آنکه نیازی به تعویض قلم باشد. فقط کافی است که در آغاز کار همهٔ قلمهای مورد نیاز را به رنده‌بند ببندید. وقتی کار یک قلم تمام شد، رنده‌بند °۹۰ می‌چرخد تا بتوان از قلم بعدی استفاده کرد. در این نوع رنده‌بند، قلمها را باید زیربندی کرد تا در ارتفاع مناسب تنظیم شوند.

رنده‌بند خودکار (شکل ۱۳-۳۴) نوعی رنده‌بند جدید است که نیاز به زیربندی قلم را منتفی می‌سازد. در این نوع رنده‌بند، قلم به وسیلهٔ پیچ تنظیم می‌شود. قلم‌گیرهای مجزایی وجود دارند که در چهار وجه رنده‌بند جای‌گیر می‌شوند و می‌توان به آسانی آنها را برداشت و دقیقاً در جای قبلی قرار دارد. وقتی می‌خواهید چند نوع عمل تراشکاری را پشت سر هم انجام دهید، می‌توانید قلمهای مورد نیاز را در قلم‌گیر قرار دهید و در آغاز کار آنها را روی رنده‌بند سوار کنید. وقتی یک عمل انجام شد، می‌توانید رنده‌بند را بچرخانید و از قلم بعدی استفاده کنید. اگر به این قلم نیاز نداشته باشید می‌توانید قلم‌گیر را از شیار رنده‌بند بیرون بیاورید و قلم‌گیر دیگری را که قلم مورد نیاز بعدی در آن قرار گرفته است، به جای آن، در شیار رنده‌بند جای دهید.



شکل ۱۳-۳۳ رنده‌بند گردان.

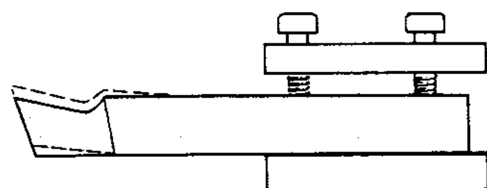


شکل ۱۳-۳۴ رنده‌بند خودکار.

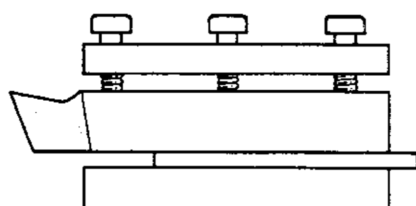
بستن قلم تراشکاری

برای تضمین کارآیی عملیات تراشکاری، باید قلم به اندازهٔ کافی صلب باشد تا در برابر نیروی تراش پایداری کند. عاملهایی که بر صلبیت قلم تأثیر می‌گذارند عبارت‌اند از میزان پیش‌آمدگی قلم و وضعیت زیرسری.

هرگاه **پیش‌آمدگی** قلم بیش از اندازه باشد (شکل ۱۳-۳۵)، در هنگام تراشکاری قلم خم می‌شود و در نتیجه می‌لرزد و سطحی ناهموار تولید می‌کند. همواره سعی کنید که پیش‌آمدگی قلم را به حداقل برسانید. در صورتی که قلم درست **زیربندی** نشود نیز پیش‌آمدگی اضافی ایجاد می‌شود (شکل ۱۳-۳۶)، به ویژه اگر پیچ جلویی به زیرسری تکیه



شکل ۱۳-۳۵ پیش‌آمدگی قلم.



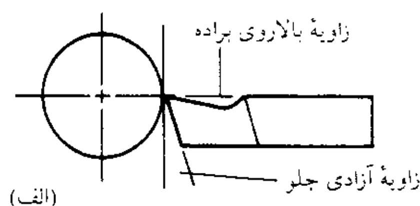
شکل ۱۳-۳۶ زیربندی نادرست قلم.

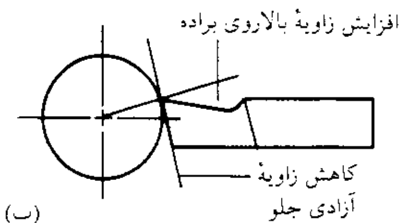
نداشته باشد. نتیجهٔ این وضعیت شکستن یا خم شدن قلم، به ویژه در هنگام سفت‌کردن پیچ جلویی است. توصیه می‌شود که تعداد قطعات زیرسری به حداقل برسد تا صلبیت قلم افزایش یابد. یک قطعه زیرسری بهتر از چند قطعه است که مجموع ضخامت آنها با ضخامت قطعهٔ اول برابر باشد.

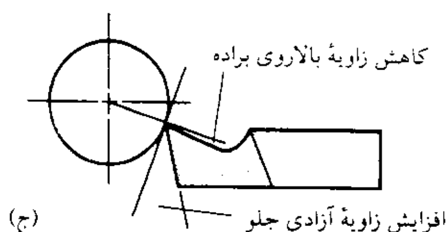
تنظیم قلم

عامل دیگری که بر بازده عملیات تراشکاری تأثیر می‌گذارد، تنظیم قلم در ارتفاع مرغک است. تنظیم نادرست نیز بر زاویهٔ براده و زاویهٔ آزادی قلم تراشکاری اثر می‌گذارد.

قلمهای تراشکاری را طوری سنگ می‌زنند که زاویهٔ براده و زاویهٔ آزادی مورد نظر در آن ایجاد شود. برای حفظ این زوایا، قلم را باید طوری تنظیم کرد که لبهٔ برندهٔ آن با محور افقی قطعه‌کار در یک امتداد قرار گیرد. به عبارت دیگر، قلم تراشکاری باید همواره و برای همهٔ عملیات در ارتفاع مرغک تنظیم شود. در این وضعیت است که قلم درست کار می‌کند (شکل ۱۳-۳۷ الف).







شکل ۱۳-۳۷ تنظیم قلم: الف) روی محور قطعه‌کار؛ ب) بالای محور قطعه‌کار؛ ج) زیر محور قطعه‌کار.

اگر قلم بالای محور قطعه‌کار تنظیم شود، زاویهٔ براده افزایش و زاویهٔ آزادی کاهش می‌یابد. در نتیجه قلم ساییده می‌شود. وقتی قلم زیر محور قطعه‌کار تنظیم شود، زاویهٔ براده کاهش و زاویهٔ آزادی افزایش می‌یابد. در نتیجه قلم در قطعه‌کار فرو می‌رود.

عملیات تراشکاری

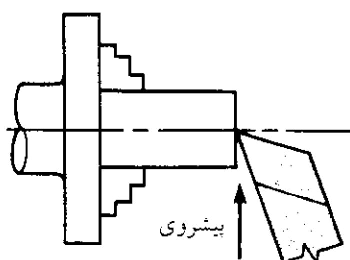
منظور از عملیات تراشکاری در این کتاب، انواع کارهایی است که روی ماشین‌تراش انجام می‌شود. با استفاده از ماشین‌تراش می‌توان عملیات مختلفی را انجام داد. در این بخش فقط با چند عمل متداول تراشکاری، که می‌توان در کارگاه آموزشی انجام داد، آشنا می‌شویم.

پیشانی‌تراشی

پیشانی‌تراشی (شکل ۱۳-۳۸) فرایند گونیا کردن سر قطعه‌کار روی ماشین‌تراش است. در این عمل، قلم تراشکاری در امتداد عمود بر محور چرخش قطعه‌کار، حرکت عرضی انجام می‌دهد؛ برای ایجاد این حرکت از فلکهٔ دستی کشوی عرضی استفاده می‌شود. گاهی در هنگام انجام این عمل باید حمالهٔ ماشین‌تراش را قفل کرد تا بر اثر فشار تراشکاری به عقب رانده نشود.

عملیات پیشانی‌تراشی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. قطعه‌کار را محکم به سه‌نظام ببندید، به صورتی که بیرون‌زدگی آن فقط به میزان لازم باشد.
۲. قلم را در ارتفاع مرغک تنظیم کنید. وارسی کنید که آزادی کافی داشته باشد.

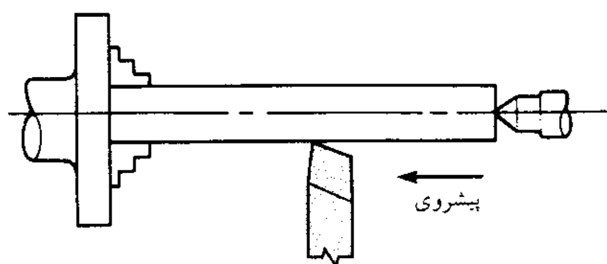


شکل ۱۳-۳۸ پیشانی‌تراشی.

۳. ماشین را روشن کنید. پیش از آن باید آچار سه‌نظام را برداشته باشید.
۴. عمق تراش معقولی انتخاب کنید و با استفاده از فلکهٔ دستی کشوی عرضی، قلم را در امتداد عرضی پیش ببرید.
۵. مرحلهٔ ۴ را تکرار کنید تا طول مورد نظر پیشانی‌تراشی شود.
۶. سوفاله و براده را از روی میز ماشین‌تراش پاک کنید.

روتراشی موازی

روتراشی فرایندی است که در آن، با استفاده از قلم روتراشی، قطر محوری را که روی ماشین‌تراش بسته شده است، کاهش می‌دهند. وقتی حرکت عرضی قلم به موازات محور ماشین‌تراش انجام شود، این عمل را روتراشی موازی می‌نامند (شکل ۱۳-۳۹). در این عمل، قلم تراشکاری، که روی رنده‌بند بسته شده است، به وسیلهٔ حماله، در طول بستر ماشین، به حرکت درمی‌آید.



شکل ۱۳-۳۹ روتراشی موازی.

عملیات روتراشی موازی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. قطعه‌کار را محکم به سه‌نظام ببندید.
۲. سر بیرون آمدهٔ قطعه را پیشانی‌تراشی کنید.
۳. سر پیشانی‌تراشی شده را مته‌مرغک بزنید. این کار فقط در صورتی ضرورت دارد که قطعه طویل باشد و ناگزیر شوید از مرغک استفاده کنید.
۴. مرغکی را در کلاهک پس‌دستگاه جا بزنید؛ نوک مرغک را گریس بمالید و قطعه را به آن تکیه دهید. مراقب باشید که پس‌دستگاه از محور حقیقی خود منحرف نشود.



شکل ۱۳-۴۰ روتراشی موازی.

۵. ماشین را روشن کنید؛ با استفاده از فلکهٔ دستی کشوی عرضی، قلم تراشکاری را به سر قطعه نزدیک کنید؛ عمقی معقول برای تراش انتخاب کنید.
۶. با استفاده از فلکهٔ دستی حماله یا مکانیسم پیشروی خودکار، قلم را در امتداد طولی به حرکت درآورید.
۷. قلم را به نقطهٔ آغاز تراشکاری برگردانید و عمق تراش را افزایش دهید.
۸. مکانیسم پیشروی خودکار را درگیر کنید تا قلم را در طول قطعه‌کار به حرکت درآورد.
۹. مراحل ۷ و ۸ را تکرار کنید تا قطر قطعه به مقدار مورد نظر برسد.
۱۰. بستر ماشین‌تراش را از سوفاله و برادهٔ فلز پاک کنید.

نحوهٔ انجام این عمل در شکل ۱۳-۴۰ نشان داده شده است.

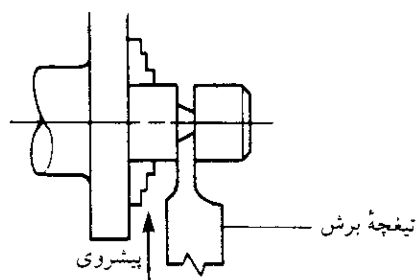
شیارتراشی

شیارتراشی ایجاد فرورفتگی در قطعه‌کار با استفاده از تیغچهٔ برش است (شکل ۱۳-۴۱). با استفاده از این روش، بریدن قطعه‌کار نیز امکانپذیر است. برای جلوگیری از لرزش اضافی، قطعه‌کار را در محلی نزدیک به سه‌نظام، شیارتراشی کنید. آزادی کافی برای قلم در نظر بگیرید.

یادآوری: آزادی بیش از حد سبب ضعیف شدن قلم می‌شود. در هنگام تراشکاری صفحهٔ رنده‌بند را قفل کنید.

شیارتراشی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. قلم شیارتراش را در ارتفاع مرغک تنظیم کنید.
۲. قلم را به وضعیت مناسب ببرید و صفحهٔ رنده‌بند را قفل کنید.
۳. ماشین را با دور کم به کار بیندازید و با استفاده از فلکهٔ دستی کشوی عرضی، قلم را در امتداد عمود بر قطعه‌کار پیشروی دهید. آهنگ پیشروی باید، در طول



شکل ۱۳-۴۱ شیارتراشی.

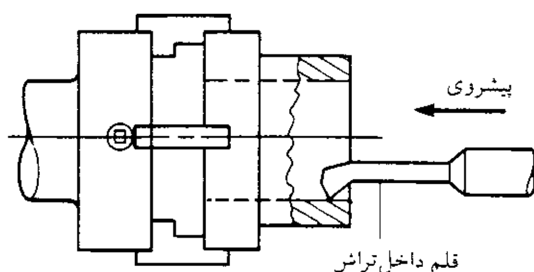
شیارتراشی، ثابت بماند.
۴. قطعهٔ باقیمانده را از سه‌نظام باز و بستر ماشین‌تراش را تمیز کنید.

داخل‌تراشی

داخل‌تراشی عملی است که در آن، با استفاده از قلم داخل‌تراش، قطر سوراخ موجود در قطعه را افزایش می‌دهند (شکل ۱۳-۴۲). این عمل شبیه روتراشی است، با این تفاوت که از داخل انجام می‌شود و قطر قطعه، به جای کاهش یافتن، که در روتراشی رخ می‌دهد، افزایش می‌یابد.

داخل‌تراشی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. قطعه‌کار را محکم به سه‌نظام ببندید.
۲. پیشانی قطعه‌کار را بتراشید.
۳. پس از پیشانی‌تراشی مته‌مرغک بزنید و سپس قطعه را با مته‌ای که قطر آن هر چه نزدیکتر به قطر سوراخ مورد نظر باشد، سوراخ کنید.
۴. قلم داخل‌تراشی را به رنده‌بند ببندید و آن را در ارتفاع مرغک تنظیم کنید. قلم را باید صلب ببندید تا خم نشود. زاویهٔ آزادی قلم باید کافی باشد.



شکل ۱۳-۴۲ داخل‌تراشی.

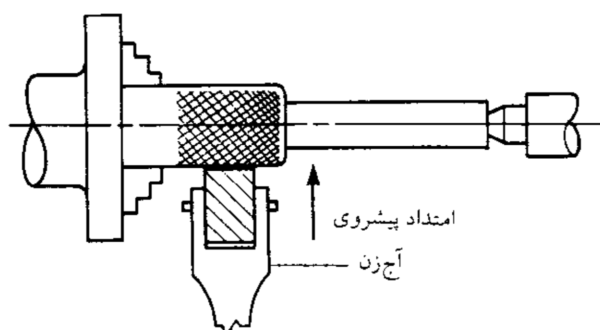
۵. ماشین را با دور معقول به‌کار بیندازید.
۶. با استفاده از فلکهٔ دستی کشوی عرضی و پیشروی به طرف بیرون، عمق تراش مناسبی انتخاب کنید.
۷. با استفاده از فلکهٔ دستی یا مکانیسم خودکار پیشروی حماله، قلم را تا طول مورد نیاز به حرکت درآورید.
۸. قلم را به نقطهٔ آغاز داخل‌تراشی برگردانید و مراحل ۶ و ۷ را تکرار کنید. این عمل را تکرار کنید تا قطر سوراخ به مقدار مورد نظر برسد.
۹. قطعه‌کار را از سه‌نظام باز و بستر ماشین‌تراش را تمیز کنید.

آجزنی

آجزنی فرایند ایجاد آج روی دسته‌ها و ابزارهای گِرد است، تا بهتر بتوان با دست آنها را به‌کار برد (شکل ۱۳-۴۳). ابزار مورد استفاده برای این عمل را آجزن می‌نامند. آجزن از قلم‌گیری تشکیل می‌شود که دو چرخ سخت‌کاری شده را حمل می‌کند. سطح این چرخها آجی با زاویهٔ خاص دارد. وقتی این چرخها روی سطحی گرد فشرده شوند، آج ضربدری روی آن نقش می‌بندد. بعضی از چرخها آج مستقیم دارند و نقشی که روی قطعه‌کار ایجاد می‌کنند نیز مستقیم است.

آجزنی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. آجزن را در رنده‌بند ببندید و آن را تنظیم کنید تا بر سطح قطعه‌کار عمود شود.
۲. ماشین را با دور پایین به‌کار بیندازید و چرخها را روی قطعه‌کار فشار دهید تا آغاز ایجاد نقش را مشاهده کنید.
۳. مکانیسم پیشروی خودکار حماله را درگیر کنید و به آجزن امکان دهید که طول مورد نظر را به آهستگی طی کند.
۴. چرخها (آجزن) را، بدون درگیر شدن با قطعه‌کار، به نقطهٔ آغاز عملیات برگردانید. اگر قطعه‌کار فولادی را آجزنی می‌کنید، از مصرف روغن مضایقه نکنید. برای جلو و عقب بردن آجزن می‌توانید از فلکهٔ دستی حماله استفاده کنید.
۵. مراحل ۳ و ۴ را تکرار کنید تا عمق آج به مقدار مورد نظر برسد.



شکل ۱۳-۴۳ آجزنی.

۶. قطعه را از سه‌نظام باز و بستر ماشین‌تراش را تمیز کنید.

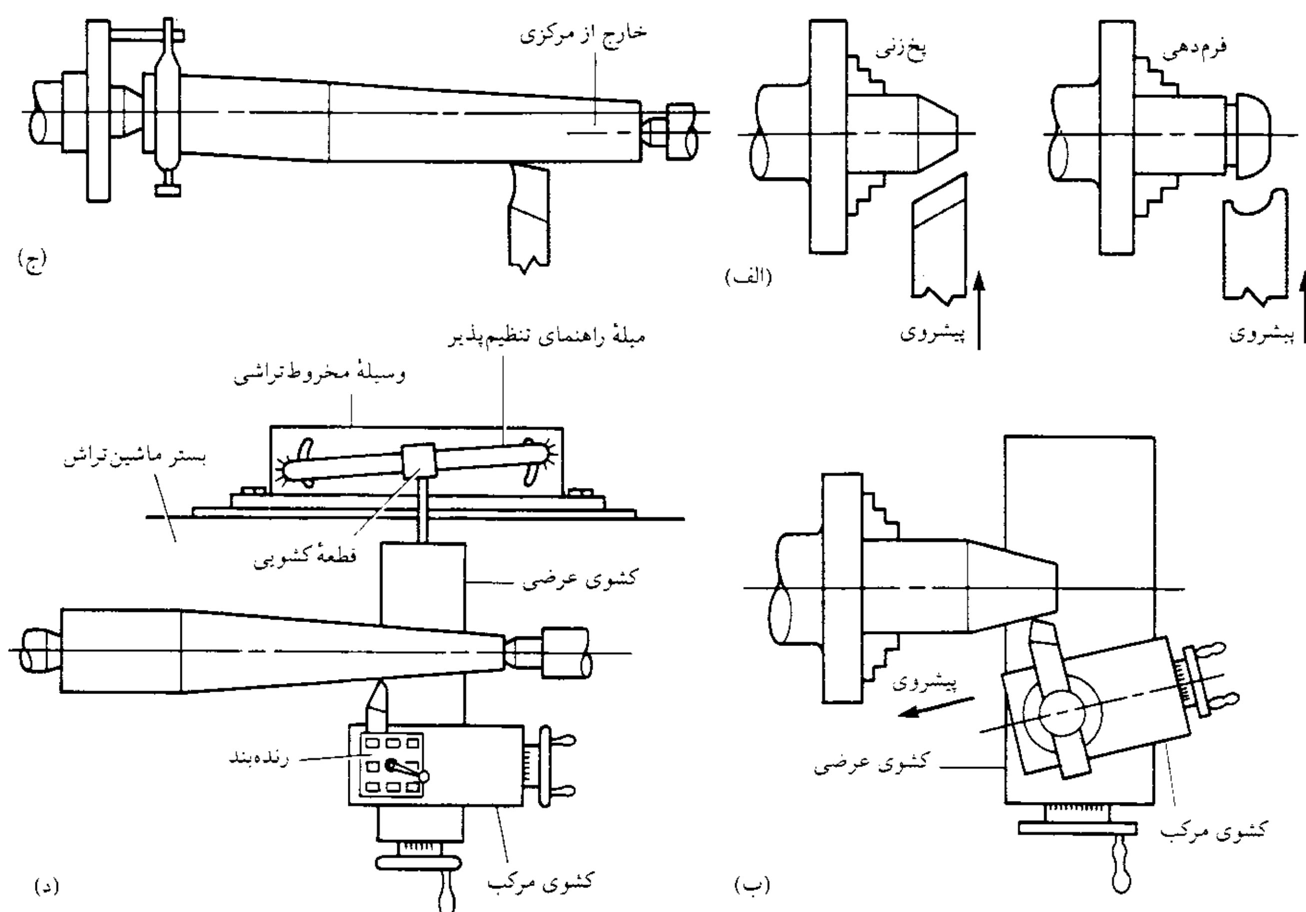
مخروط‌تراشی

غالباً از شما می‌خواهند که سطوح مخروطی را روتراشی یا داخل‌تراشی کنید. وقتی برای این عمل از ماشین‌تراش استفاده کنید، عمل را مخروط‌تراشی می‌نامند. در شکل ۱۳-۴۴ بعضی از متداولترین روشهای مخروط‌تراشی نشان داده شده است.

هرگاه قلم تخت را با زاویهٔ دقیق سنگ می‌زنید، آن را با دقت نسبت به قطعه‌کار تنظیم کنید و سپس، در حالی که قطعه‌کار با سرعت کم می‌چرخد، قلم را با دست باردهی کنید، مخروط کوتاهی تراشیده می‌شود. این روش مخروط‌تراشی را **روش قلم فُرم** می‌نامند (شکل ۱۳-۴۴ الف). عیب این روش ناتوانی در تراشیدن مخروطهای بلند است.

در **روش کشوی مرکب**، کشو را روی زاویه‌ای معادل با نصف زاویهٔ رأس مخروط مورد نظر تنظیم می‌کنند و قلم را به وسیلهٔ فلکهٔ دستی کشوی مرکب به حرکت در می‌آورند (شکل ۱۳-۴۴ ب). این روش برای تراشیدن هر دو نوع مخروط داخلی و خارجی مناسب است. چون میزان حرکت قلم را طول پیچ کشو محدود می‌کند، نمی‌توان از این روش برای تراشیدن مخروطهایی که طول آنها از میزان حرکت قلم بیشتر است استفاده کرد. این نوع مخروط‌تراشی را فقط می‌توان با دست انجام داد و کیفیت سطح حاصل نیز غالباً نازل است.

در **روش خارج از مرکز کردن پس‌دستگاه**، قطعه‌کار را بین



شکل ۱۳-۴۴ مخروط‌تراشی: الف) با استفاده از قلم فُرم؛ ب) کشوی مرکب؛ ج) افست (خارج از مرکز)؛ د) وسیلهٔ مخروط‌تراشی.

دو مرغک می‌بندند، به طوری که مرغک پس‌دستگاه در راستای مرغک پیش‌دستگاه نباشد (شکل ۱۳-۴۴ ج). میزان شیب مخروط، به ازای طول مفروض بین مرغکها، به مقدار خارج از مرکزی مرغک پس‌دستگاه وابسته است. با استفاده از این روش نمی‌توان شیبهای تند ایجاد کرد زیرا میزان حرکت پس‌دستگاه محدود است. اما این روش برای ایجاد مخروطهای خارجی بلند و کم‌شیب مناسب است. عیب اصلی آن، سایش بیش از اندازهٔ جامرغکها روی قطعه‌کار، به ویژه در سمت پس‌دستگاه است، که سبب کاهش دقت کار می‌شود. وقتی می‌خواهید چند قطعه مانند هم بتراشید، دقت کنید که طول قطعات و عمق جامرغکها برابر باشد، در غیر این صورت، برای تراشیدن هر قطعه، باید پس‌دستگاه را دوباره تنظیم کنید.

با **وسیلهٔ مخروط‌تراشی**، که روی بستر ماشین‌تراش نصب می‌شود، می‌توان به آسانی، به سرعت و بادقت، مخروطهای مختلف از جمله مخروط خارجی، مخروط داخلی و پیچ مخروطی تراشید (شکل ۱۳-۴۴ د). کارکرد اصلی این وسیله، ایجاد حرکت عرضی در کشوی عرضی و قلم، همزمان با حرکت طولی حماله است. مزایای استفاده از این وسیله به شرح زیر است:

۱. تنظیم مرغک ماشین به هم نمی‌خورد.
۲. پس از تنظیم این وسیله، می‌توان با آن مکرراً مخروط‌تراشی کرد و طول قطعه‌کار اهمیتی ندارد و تنظیم را به هم نمی‌زند.
۳. برای مخروط‌تراشی داخلی نیز می‌توان از آن استفاده کرد.
۴. بادقت و سرعت می‌توان آن را تنظیم کرد.

پیچ‌تراشی با ماشین‌تراش

بسیاری از مردم، از جمله هنرجویان و حتی بعضی از مربیان،

شیفتهٔ تراشیدن پیچ با ماشین‌تراش‌اند. همین شیفتگی سبب می‌شود که مدتها پیش از آنکه در عملیات سادهٔ دیگر تسلط پیدا کنند، تمایل به انجام پیچ‌تراشی داشته باشند.

پیچ‌تراشی با ماشین‌تراش، به اندازه‌ای که ظاهراً به نظر می‌رسد پیچیده نیست. برای تراشیدن پیچی دقیق، باید رابطهٔ صحیح بین حرکت حماله و چرخش قطعه‌کار برقرار کرد. این کار با استفاده از پیچ جلوبر عملی است؛ پیچ جلوبر را مجموعه‌ای از چرخدنده‌ها به حرکت درمی‌آورند.

بنابراین باید با مفهوم مجموعه‌چرخدنده آشنا شوید و نحوهٔ محاسبهٔ نسبت چرخدنده را بیاموزید.

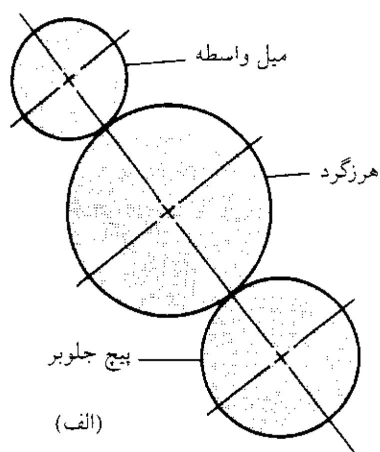
مجموعه‌چرخدنده

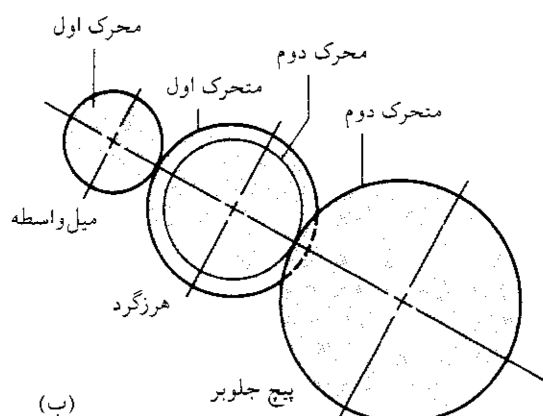
نسبت سرعت پیچ جلوبر و محور ماشین را، چرخدنده‌هایی که بین آنها قرار گرفته‌اند، کنترل می‌کنند. این نسبت فقط به تعداد دندانه‌های چرخدنده‌ها وابسته است. آرایش تشکیل شده از چند چرخدنده را مجموعه‌چرخدنده می‌نامند. مجموعه‌چرخدنده‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: مجموعهٔ ساده و مجموعه مرکب (شکل ۱۳-۴۵).

در مجموعه‌چرخدندهٔ ساده (شکل ۱۳-۴۵ الف)، چرخدندهٔ سوار بر محور و چرخدندهٔ پیچ جلوبر به وسیلهٔ یک چرخدندهٔ هرزگرد (واسطه) به هم مرتبط می‌شوند. اندازهٔ چرخدندهٔ واسطه نقشی ندارد و تابع فاصلهٔ بین چرخدندهٔ محرک (محور) و چرخدندهٔ متحرک (پیچ جلوبر) است.

در مجموعه‌چرخدندهٔ مرکب، تغییر سرعت مستلزم استفاده از دو جفت چرخدندهٔ تعویضی است. این دو جفت چرخدنده باید همان فاصلهٔ بین چرخدندهٔ محرک و چرخدندهٔ متحرک را پر کنند. نخستین جفت، محور را به میل واسطه متصل می‌کنند و نخستین چرخدندهٔ جفت دوم، که روی میل واسطه نصب شده و با خار به چرخدندهٔ دوم متصل است، چرخدندهٔ پیچ جلوبر را به حرکت درمی‌آورد. در این حالت چرخدنده‌های سوار بر میل واسطه، هرزگرد نیستند؛ یکی از آنها محرک و دیگری متحرک است.

هربار که بخواهید گام پیچ را تغییر دهید باید مجموعه‌چرخدنده را باز و دوباره سوار کنید و با تنظیم





شکل ۱۳-۴۵ مجموعه‌چرخدنده‌ها: الف) مجموعهٔ ساده؛ ب) مجموعهٔ مرکب.

صفحهٔ نوسانی، آنها را با هم درگیر کنید. ماشین‌تراشهای مدرن به جعبه‌دنده‌ای مجهزند که به وسیلهٔ یک مجموعه‌چرخدندهٔ ساده به کار می‌افتد و در آن، با تغییر یک چرخدنده، می‌توان به سرعتهای متنوعی دست یافت.

تعیین نسبت چرخدنده

در این بخش می‌خواهیم فرمولی برای محاسبهٔ نسبت چرخدنده به دست آوریم. ابتدا پرسشی مطرح می‌کنیم.

اگر نسبت چرخدنده بین محور و پیچ جلوبر ۱:۱ باشد چه اتفاقی می‌افتد؟ وقتی محور یک دور بچرخد، پیچ جلوبر هم یک دور می‌چرخد؛ در نتیجه قلم به اندازهٔ یک گام پیچ جلوبر حرکت می‌کند و رزوه‌ای با گام برابر با گام پیچ جلوبر، روی قطعه‌کار می‌تراشد. اما اگر نسبت یادشده ۲:۱ باشد، وقتی حماله به اندازهٔ یک گام پیچ جلوبر حرکت می‌کند، قطعه‌کار دو دور می‌چرخد و رزوه‌ای روی آن تراشیده

می‌شود که گام آن نصف گام پیچ جلوبر است. تعداد دندانه‌های این پیچ در هر ۲۵mm، دو برابر تعداد دندانه‌های پیچ جلوبر در همین طول است. اما وقتی داریم:

$$\frac{۲}{۱}=\frac{\text{تعداد دور محور}}{\text{تعداد دور پیچ جلوبر}}$$

یعنی:

$$\frac{۱}{۲}=\frac{\text{تعداد دندانه‌های چرخدندهٔ محرک}}{\text{تعداد دندانه‌های چرخدندهٔ متحرک}}$$

زیرا چرخدندهٔ کوچکتر، از چرخدندهٔ بزرگتری که با آن درگیر است، تندتر می‌چرخد. حال می‌توان براساس توضیحات فوق، فرمول کلی زیر را استنباط کرد:

$$\frac{\text{تعداد دور پیچ‌جلوبر}}{\text{تعداد دور محور}}=\frac{\text{تعداد دندانه‌های چرخدندهٔ متحرک}}{\text{تعداد دندانه‌های پیچ‌جلوبر}}$$

$$=\frac{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از پیچ‌جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از قطعه‌کار}}$$

اما

$$\text{گام پیچ}=\frac{۱}{\text{تعداد دندانه در ۲۵mm}}$$

بنابراین

$$\frac{\text{محرک}}{\text{متحرک}}=\frac{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از پیچ‌جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از قطعه‌کار}}$$

$$=\frac{\text{گام پیچی که تراشیده می‌شود}}{\text{گام پیچ جلوبر}}$$

ماشین‌تراشها معمولاً مجموعه‌ای از چرخدنده‌های مختلف از ۲۰ دندانه‌ای تا ۱۲۰ دندانه‌ای، با فواصل ۵ دندانه‌ای دارند. ماشین‌تراشهای انگلیسی چرخدنده‌ای ۱۲۷ دندانه‌ای دارند که با استفاده از آن می‌توان روی ماشین‌تراش انگلیسی پیچ میلیمتری تراشید.

وقتی نسبت چرخدنده را محاسبه می‌کنید، که معرف نسبت $\frac{\text{محرک}}{\text{متحرک}}$ است، به خاطر داشته باشید که پاسخها را به اعدادی تبدیل کنید که با تعداد دندانه‌های چرخدنده‌های ماشین‌تراش مورد استفاده، معادل باشند.

مثال ۱

چرخدنده‌های لازم را، برای تراشیدن پیچی با ۸ دندانه در ۲۵mm، روی ماشین‌تراشی که پیچ جلوبر آن ۵ دندانه در ۲۵mm دارد، محاسبه کنید.

حل:

$$\frac{\text{محرک}}{\text{متحرک}}=\frac{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵ mm از پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵ mm از پیچ مورد نظر}}=\frac{۵}{۸}\times\frac{۲۵}{۲۵}$$

کسر حاصل را ساده و سپس صورت و مخرج آن را در ۵ ضرب می‌کنیم؛ نتیجه می‌شود:

$$\frac{۵}{۸}\times\frac{۵}{۵}=\frac{۲۵}{۴۰}$$

بنابراین به مجموعه‌چرخدنده ساده‌ای نیاز داریم که در آن چرخدنده‌ای ۲۵ دندانه‌ای روی محور سوار است و از طریق یک چرخدندهٔ واسطه، به چرخدنده‌ای ۴۰ دندانه‌ای که روی پیچ جلوبر سوار است، متصل می‌شود. یعنی

- چرخدندهٔ محور: ۲۵ دندانه
- چرخدندهٔ پیچ جلوبر: ۴۰ دندانه

مثال ۲

چرخدنده‌های لازم را، برای تراشیدن پیچی با ۲۷ دندانه در ۲۵mm، روی ماشین‌تراشی که پیچ جلوبر آن ۴ دندانه در ۲۵mm دارد، محاسبه کنید.

حل:

$$\frac{\text{محرک}}{\text{متحرک}}=\frac{\text{تعداد دندانه در ۲۵ mm از پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در ۲۵ mm از پیچ مورد نظر}}=\frac{۴}{۲۷}\times\frac{۲۵}{۲۵}$$

۲۵ها را با هم ساده و صورت و مخرج را در ۵ ضرب می‌کنیم:

$$\frac{۴\times۵}{۲۷\times۵}=\frac{۲۰}{۱۳۵}$$

از مجموعه‌چرخدنده‌ای ساده نمی‌توان استفاده کرد، زیرا چرخدندهٔ ۱۳۵ دندانه‌ای جزء ملحقات ماشین‌تراش نیست. بنابراین باید نتیجهٔ حاصل را طوری تبدیل کرد که بتوان

مجموعه‌چرخدنده‌ای مرکب را به کار گرفت. پس به ترتیب زیر عمل کنید.

۱. صورت کسر را به عبارت ۵ × ۴ و مخرج آن را به عبارت ۱۵ × ۹ تبدیل کنید:

$$\frac{۲۰}{۱۳۵} = \frac{۴ \times ۵}{۹ \times ۱۵} = \frac{۴}{۹} \times \frac{۵}{۱۵}$$

۲. صورت و مخرج کسر اول را در ۵ و صورت و مخرج کسر دوم را در ۶ ضرب کنید:

$$(\frac{۴ \times ۵}{۹ \times ۵}) \times \frac{(۵ \times ۶)}{(۱۵ \times ۶)} = \frac{۲۰ \times ۳۰}{۴۵ \times ۹۰}$$

این کسر، معرف مجموعه‌چرخدنده‌ای مرکب است که در آن یک چرخدندهٔ ۲۰ دندانه‌ای روی محور ماشین است و چرخدندهٔ واسطهٔ ۴۵ دندانه‌ای را می‌چرخاند؛ این چرخدنده یک چرخدندهٔ واسطهٔ دیگر را می‌چرخاند که ۳۰ دندانه دارد و چرخدندهٔ واسطهٔ دوم، چرخدنده‌ای ۹۰ دندانه‌ای را می‌چرخاند که روی پیچ جلوبر نصب شده است.

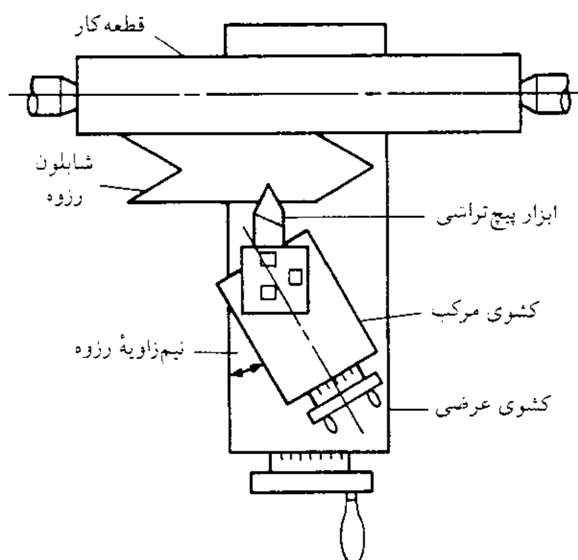
- محرک اول: ۲۰ دندانه
- متحرک اول: ۴۵ دندانه
- محرک دوم: ۳۰ دندانه
- متحرک دوم: ۹۰ دندانه

در شکل ۱۳-۴۶ ماشین‌تراش آماده شده برای تراشیدن پیچی با رزوهٔ مثلثی نشان داده شده است. این عمل را به ترتیب زیر انجام دهید.

۱. ماشین‌تراش را آماده کنید. آماده کردن ماشین‌تراش شامل است بر انتخاب و نصب چرخدنده‌های مناسب، انتخاب سرعت و باردهی، تنظیم کشوی عرضی با زاویه‌ای معادل با نصف زاویهٔ رزوهٔ مورد نظر و بستن قلم روی رنده‌بند، که باید در راستای محور ماشین و عمود بر قطعه‌کار باشد.

۲. قطعه‌کار را آماده کنید. سر قطعه را باید پخ بزنید تا نوک پیچ درست رزوه شود.

۳. ابتدا با پیشروی کم تراشکاری کنید تا از درست بودن گام پیچ مطمئن شوید.



شکل ۱۳-۴۶ تنظیم ماشین‌تراش برای پیچ‌تراشی.

۴. اولین تراش را تا طول مورد نظر انجام دهید. در هنگام درگیر کردن نیم‌مهره، از سنجهٔ پیچ‌تراشی استفاده کنید. اگر گام پیچ فرد است، درگیری را روی رزوه‌های ۱ یا ۳ انجام دهید و اگر گام پیچ زوج است، درگیری را روی رزوه‌های ۲ یا ۴ انجام دهید.

۵. در پایان تراش، با استفاده از فلکهٔ دستی کشوی عرضی، قلم را از قطعه‌کار دور کنید.

۶. حماله را به عقب برگردانید، به طوری که قلم درست از سر قطعه‌کار بگذرد و برای عمل بعدی آماده باشد. اگر ماشین‌تراش مورد استفاده سنجهٔ پیچ‌تراشی ندارد، یا اگر با ماشین‌تراش انگلیسی پیچ میلیمتری می‌تراشید، وقتی نیم‌مهره‌ها برای بار اول درگیر شدند، باید تا پایان عملیات درگیر بمانند. در این حالت، برای برگرداندن حماله به نقطهٔ آغاز فلزتراشی باید جهت چرخش ماشین، یا به عبارت دیگر، جهت چرخش قطعه‌کار معکوس شود. بدین ترتیب می‌توان مطمئن شد که هر بار فلزتراشی به درستی انجام می‌شود.

۷. وقتی رزوه تا عمق مورد نظر تراشیده شد، با استفاده از حدیده‌ای با گامی نظیر گام پیچ، و دور بالای ماشین، رزوه را پاک‌تراشی کنید.

۸. قطعه‌کار را باز و بستر ماشین‌تراش را تمیز کنید.

ماشین‌فرز

ماشین‌فرز یکی از ماشین‌ابزارهایی است که در آن با پیشروی قطعه‌کار به‌طرف ابزار برش چرخان، براده‌برداری انجام می‌شود.

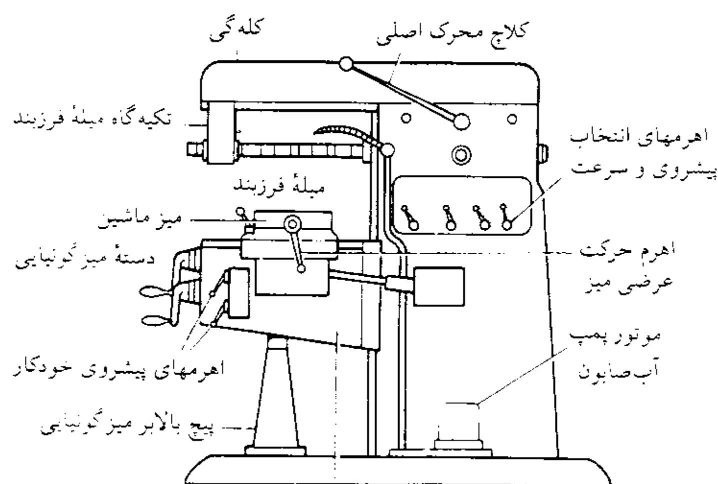
انواع ماشین‌فرز

ماشینهای فرز را به دو دسته تقسیم می‌کنند: افقی و عمودی.

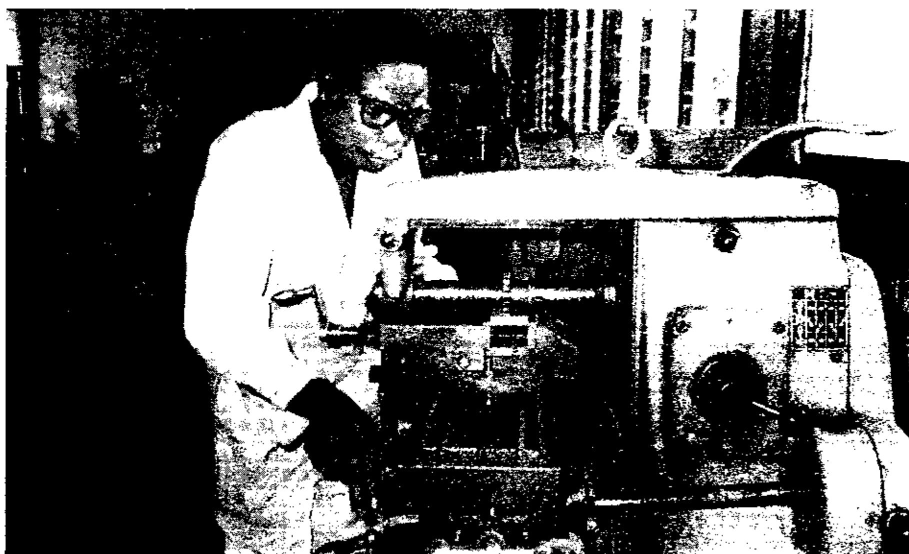
ماشین‌فرز افقی متداولتر است و معمولاً در کارگاههای آموزشی یافت می‌شود (شکل ۱۳ـ۴۷). ماشین‌فرز افقی میزی جلو آمده به نام **میز گونیایی** دارد که به صورت کشویی در جلو ماشین بالا و پایین می‌رود و کشوی عرضی و میز کار تنظیم‌پذیر به آن متصل‌اند. ماشین‌فرز میل‌مرغکی افقی دارد که تیغه‌فرز روی آن سوار می‌شود.

ماشین‌فرز افقی را در دو مدل می‌سازند. میز کار فرز **یونیورسال** را می‌توان مانند گیرهٔ ماشین، در هر جهت چرخاند؛ بنابراین می‌توان با استفاده از این ماشین، سطوح مارپیچی، مانند خیاره‌های مته‌مارپیچ را تراشید. فرز یونیورسال معمولاً یک کله‌گی تقسیم و یک کله‌گی عمودی دارد که به کمک آن می‌توان عملیات فرزکاری عمودی انجام داد. **ماشین‌فرز ساده** را غالباً محکمتر و تنومندتر می‌سازند زیرا بیشتر در صنعت و امور تولیدی به کار می‌رود که در آن براده‌برداری عمیق بیشتر مورد نظر است تا تنوع حرکات.

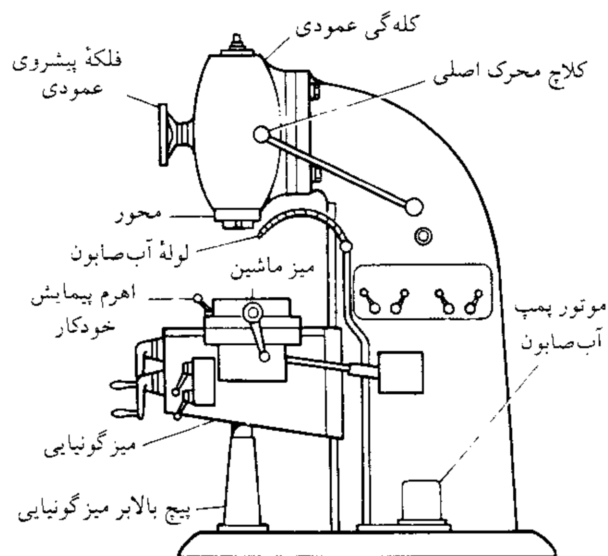
در شکل ۱۳ـ۴۸، ماشین‌فرز افقی، در حال کار، نشان



شکل ۱۳ـ۴۷ ماشین‌فرز افقی.



شکل ۱۳ـ۴۸ ماشین‌فرز افقی در حین کار.



شکل ۱۳ـ۴۹ ماشین‌فرز عمودی.

داده شده است.

ماشین‌فرز عمودی کله‌گی عمودی دارد و در آن تیغه‌فرز به محوری متصل است که معمولاً در وضعیت عمودی قرار دارد (شکل ۱۳ـ۴۹). میز کار در امتداد عمود بر محور عمودی ماشین حرکت می‌کند.

اجزای ماشین‌فرز

بعضی از اجزای اساسی ماشین‌فرز به شرح زیرند.

میلهٔ **فرزبند** بین ستون و تکیه‌گاه میلهٔ فرزبند خارجی قرار می‌گیرد. تیغه‌فرز روی میلهٔ فرزبند نصب می‌شود. **تکیه‌گاه میلهٔ فرزبند** خارجی در انتهای کله‌گی قرار دارد و به عنوان تکیه‌گاه خارجی میلهٔ فرزبند از آن استفاده می‌شود. از **کله‌گی** برای استقرار تکیه‌گاه میلهٔ فرزبند استفاده می‌شود. قطعه‌کار را روی **میز ماشین** نصب می‌کنند. این میز در امتداد عمود بر میلهٔ فرزبند حرکت می‌کند. میز گونیایی در جلو ماشین، پیش آمده است و میز ماشین روی آن سوار است؛ میز گونیایی به صورت کشویی بالا و پایین می‌رود.

دسته (اهرم) **تنظیم میز گونیایی** برای باردهی عمودی میز ماشین به کار می‌رود، اما می‌توان آن را در حالت خودکار نیز درگیر کرد. **اهرم** (یا دستهٔ) **پیمایش میز** برای کنترل امتداد حرکت میز ماشین به کار می‌رود. این اهرم پیشروی طولی را نیز کنترل می‌کند. از **اهرم پیشروی خودکار** برای درگیر کردن و خلاص کردن مکانیسم خودکار میز ماشین استفاده می‌شود. کار **کلاچ محرک اصلی**، راه‌اندازی و متوقف کردن میلهٔ فرزبند فرز افقی یا بازوی محور فرز عمودی است. از **اهرم انتخاب پیشروی** برای افزایش یا کاهش آهنگ پیشروی خودکار میز ماشین استفاده می‌شود و کار **اهرم انتخاب دور**، برگزیدن دور مناسب برای میلهٔ فرزبند یا محور است.

تیغه‌فرز

انواع مختلف تیغه‌فرز، به شکلهای متفاوت، از فلزات و آلیاژهای زیر ساخته می‌شود:

۱. فولاد ابزار، فولاد ابزار کربنی و فولاد تندبر؛
۲. فلزات ابزار ریختگی ـ فولاد تندبر ریختگی و مواد غیرآهنی؛
۳. کاربیدهای تفجوشی شده یا سمانته.

انواع دندانه

تیغه‌فرزها را با سه نوع دندانه می‌سازند: دندانهٔ اره‌ای، دندانهٔ شکل‌دار و دندانهٔ تیغچه‌ای.

تیغه‌فرز دندانه‌اره‌ای ارزانترین نوع است. این نوع دندانه را به شکل ساده یا مارپیچی تولید می‌کنند. از دندانهٔ اره‌ای برای ساختن تیغه‌فرز اره‌ای و تیغه‌فرزهای سادهٔ کوچک استفاده می‌کنند. لبهٔ برنده این نوع تیغه‌فرز در حدود 5° به عقب میل دارد تا آزادی کافی ایجاد شود. دندانه‌های این نوع تیغه‌فرز را از طریق شکلدهی یا سنگ‌زنی می‌سازند.

در **تیغه‌فرزهای شکلدهی شده**، زاویهٔ آزادی را در حین ساخت تیغه روی ماشین کله‌زنی ایجاد می‌کنند. در هنگام تیز کردن این نوع تیغه باید رویهٔ دندانه را تیز کرد تا زاویهٔ آزادی و شکل دندانه تغییر نکند. در **تیغه‌فرزهای سنگ‌زنی شده**، نیمرخ دندانه تا رسیدن به شکل دقیق نهایی سنگ‌زده می‌شود.

از **تیغه‌فرزهای نقش‌تراشی** برای تراشیدن شکلهای نامنظم، به صورت دقیق و نهایی، استفاده می‌شود. در هنگام

ساخت این نوع تیغه، سطحی با عرض چشمگیر بین شیارها باقی می‌گذارند و سپس آن را به صورت خارج از مرکز کله‌زنی می‌کنند. از تیغه‌فرز نقش‌تراش می‌توان همراه تیغه‌های دیگر استفاده کرد و **فرزکاری گروهی** انجام داد. مزیت اصلی تیغه‌فرز نقش‌تراش آن است که چندین بار تیز می‌شود، بدون آنکه شکل لبهٔ برندهٔ آن تغییر کند.

در **تیغه‌فرز تیغچه‌ای،** دندانه‌هایی که لبه‌های برنده را تشکیل می‌دهند از **فولاد** تندبر ساخته می‌شوند و به صورت تیغچه در قطعه‌ای از جنس **فولاد** نرم یا چدن ریختگی نصب می‌شوند. قیمت این تیغه‌ها مناسب است؛ تیغچه‌های شکسته یا فرسوده را می‌توان به آسانی با تیغچه‌های نو تعویض کرد. این روش برای ساخت تیغه‌فرزهای بزرگ اقتصادی است.

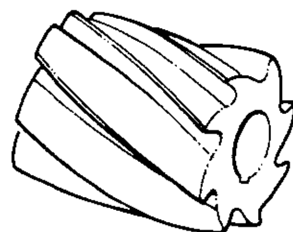
دسته‌بندی تیغه‌فرزها

تیغه‌فرزها را معمولاً به سه دسته تقسیم می‌کنند: تیغه‌فرزهای ساده، تیغه‌فرزهای پیشانی‌تراش و تیغه‌فرزهای فرم‌تراش.

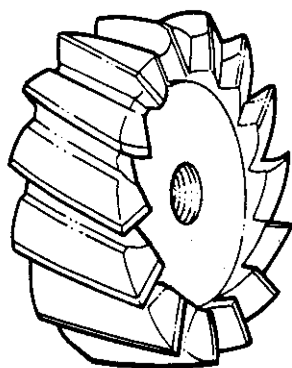
تیغه‌فرزهای ساده انواع مختلفی مانند **تیغه‌فرز غلتکی،** با دندانه‌های موازی با محیط تیغه، و **تیغه‌فرز مارپیچی،** با دندانه‌های مارپیچی روی محیط تیغه، دارد (شکل ۱۳ـ۵۰).

انواع **تیغه‌فرز پیشانی‌تراش** (شکل ۱۳ـ۵۱) عبارت‌اند از:

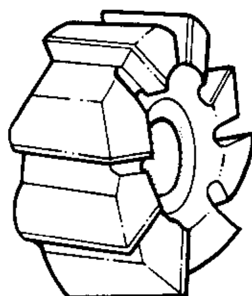
۱. **فرز پیشانی‌تراش،** به ویژه تیغه‌فرز سادهٔ نازک از هر دو خانوادهٔ تیغه‌های راسته‌بر و بغل‌تراش.
۲. **فرز انگشتی ریشه‌ای،** که قطر آن از 25mm بیشتر است و می‌توان آن را از تنه جدا کرد؛



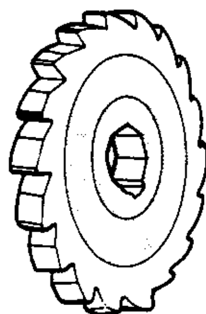
شکل ۱۳ـ۵۰ تیغه‌فرز مارپیچی ساده.



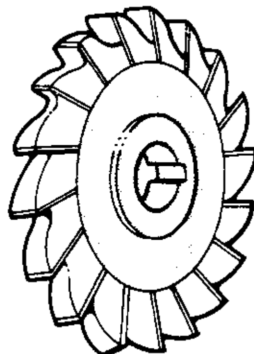
فرز پیشانی‌تراش



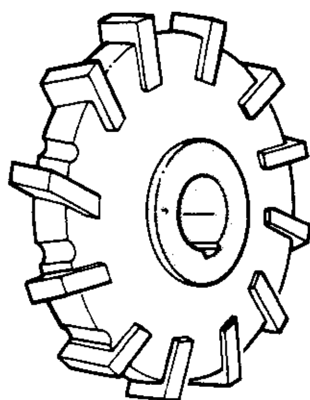
فرز انگشتی ریشه‌ای



فرز شیارتراش



فرز بغل و پیشانی‌تراش



فرز تیغچه‌ای

شکل ۱۳ـ۵۱ انواع تیغه‌فرز پیشانی‌تراش.

۳. **فرز شیارتراش،** که هم بغل و هم رویهٔ آن لبهٔ برنده دارد؛ شبیه تیغه‌فرز غلتکی، اما نازکتر از آن است.

۴. **فرز اره،** که شبیه تیغه‌فرز شیارتراش است، اما از آن نازکتر است و بغلهای آن لبهٔ برنده ندارند؛ بیشتر برای بریدن قطعات فلزی به کار می‌رود؛

۵. **فرز بغل و پیشانی‌تراش،** که هم بغل و هم رویهٔ آن لبهٔ برنده دارد؛

۶. **تیغچهٔ پیشانی‌تراش** که دندانه‌های تیغچه‌ای دارد. اندازه‌های بزرگ آن که فقط در یک سر یا رویه لبهٔ برنده دارند، فاقد تنه هستند و آنها را روی محور ماشین می‌بندند.

تیغه‌فرزهای فرم‌تراش به دو نوع برجسته و گود تقسیم می‌شوند که برای فرزکاری شیارهای گود و برجسته به کار می‌روند (شکل ۱۳ـ۵۲).

انواع دیگر تیغه‌فرز (شکل ۱۳ـ۵۳) عبارت‌اند از:

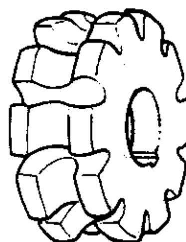
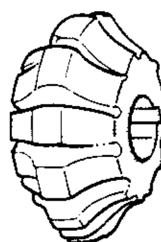
۱. **فرز زاویه‌تراش** که رویه‌ای مخروطی دارد و بغل آن نیز دندانه‌دار است؛

۲. **فرز شیاردرآر،** نوعی تیغه‌فرز شیارتراش است که می‌توان با آن شیارهایی به شکل T تراشید؛

۳. **فرز دم‌چلچله‌ای** برای تراشیدن شیارهای دم‌چلچه‌ای به کار می‌رود؛

۴. **فرز کله‌زن** شبیه مته‌مارپیچ است و برای تراشیدن شیار به کار می‌رود؛

۵. **فرز انگشتی،** که محیط و سر آن دندانه‌دار است و به ویژه

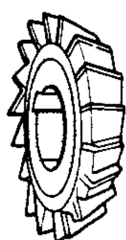
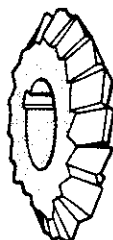

شکل ۱۳ـ۵۲ تیغه‌فرزهای فرم‌تراش.

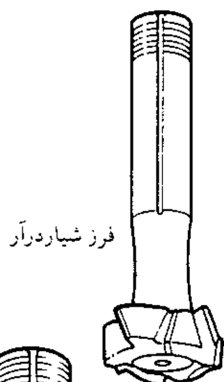
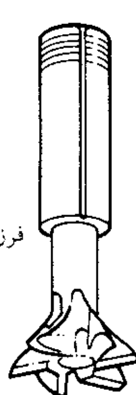
برای فرزکاری عمودی شیار یا جاخار از آن‌استفاده می‌شود؛

۶. **فرز دوار،** که برای انجام کارهای آزمایشی یا اضطراری، که فرصت و بودجهٔ لازم برای ساخت فرزهای دیگر در اختیار نیست، بسیار مفید است.

۷. **فرز قلاویز و برقو،** چنانکه از نامش پیداست برای تراشیدن قلاویز و برقو به کار می‌رود. این نوع تیغه اساساً فرز زاویه‌تراش دوطرفه‌ای است که نوک دندانه‌های آن کاملاً گرد شده است. این تیغه‌ها را در اندازه‌های مختلف تولید می‌کنند و روی هر اندازهٔ آن، گسترهٔ قطر قلاویزها و برقوهایی که با آن می‌توان تراشید، حک شده است.

تیغه‌فرز را، بسته به جهت چرخش آن، وقتی از پشت



شکل ۱۳ـ۵۳ انواع دیگر تیغه‌فرز.

ماشین یا از پشت تیغه به آن نگاه کنیم، راستگرد یا چپگرد می‌نامند. تیغه‌فرز را می‌توان به هر دو صورت روی میلهٔ فرزبند نصب کرد.

فرز انگشتی چپگرد، مارپیچ راستگرد دارد و برعکس، به طوری که نیروی وارد بر دندانه، در هنگام براده‌برداری، به سفت شدن تیغه در محور کمک کند و آن را شل نکند. این نکته در مورد فرزهای غلتکی مارپیچی نیز صادق است.

بستن تیغه‌فرز به ماشین

استاندارد کردن سه محور ماشین‌فرز

تیغه‌فرز روی محور ماشین‌فرز بسته می‌شود و به وسیلهٔ آن به چرخش در می‌آید. محور ماشین‌فرز را طوری طراحی می‌کنند که بتواند تیغه‌فرز را بگیرد و آن را بچرخاند، خواه روی میلهٔ فرزبند نصب شده باشد، خواه در رابط قرار گرفته باشد، داخل کولت باشد، یا روی محور پیچیده شده باشد.

گذشته از آنکه همهٔ میله‌های فرزبند و تیغه‌های پیشانی‌تراشی، روی همهٔ ماشینهای ساخت سازنده‌های مختلف قابل نصب‌اند، و تنوع اندازه‌ها و انواع حذف شده است، استانداردسازی بهترین ویژگیهای ماشینهای قدیمی را حفظ کرده و آنها را ارتقاء داده است.

میلهٔ فرزبند، به جای اتکا بر مخروط و زبانه، به وسیلهٔ دو گوشواره به چرخش درمی‌آید. برای محکم کردن میلهٔ فرزبند از پیچ استفاده می‌شود. این پیچ به میلهٔ فرزبند صدمه نمی‌زند. برای باز کردن میلهٔ فرزبند، کافی است که پیچ را کاملاً باز کنید، سپس تکیه‌گاه میلهٔ فرزبند را باز کنید و بیرون بکشید؛ آنگاه می‌توانید میلهٔ فرزبند را بیرون بکشید. سر ورودی میلهٔ فرزبند صاف است و در بخش صاف دماغهٔ محور جای می‌گیرد تا سوراخ رزوه شدهٔ آن در مقابل پیچ محور قرار گیرد.

برای استفاده از انواع قدیمی میلهٔ فرزبند روی ماشینهای جدید، رابطهایی ساخته شده است. دنبالهٔ رزوه شدهٔ پیچ محور، بعضی از رابطها را می‌گیرد. تیغه‌های پیشانی‌تراشی را به محور می‌بندند، با چهار پیچ آنها را سفت می‌کنند و با دو گوشواره به چرخش درمی‌آورند.

در هنگام بستن تیغه به میلهٔ فرزبند نکات زیر را رعایت کنید:

۱. تیغه باید تا حد امکان به ستون نزدیک باشد، زیرا در اینجا، نسبت به انتهای میلهٔ فرزبند، محکمتر می‌شود.
۲. روی دو یا سه دندهٔ اول میلهٔ فرزبند حلقهٔ فاصله‌انداز بیندازید تا مهره آنها را سفت در جای خود نگه دارد.
۳. سوراخها و سطوح حلقه‌ها و تیغه را وارسی کنید که تمیز باشند. اگر گرد و غبار یا چیز دیگری بین آنها باشد، نیروی گیرش را کاهش می‌دهد؛ همین نیروست که تیغه را به حرکت درمی‌آورد و می‌تواند سبب نامیزان شدن تیغه، یا در مورد فرز شیارتراش، ایجاد شیاری با عرض بیشتر از عرض عادی شود.
۴. وقتی تکیه‌گاه میلهٔ فرزبند در جای خود قرار ندارد نباید میلهٔ فرزبند را سفت کنید، زیرا ممکن است سبب نامیزانی میلهٔ فرزبند شود؛ در نتیجه تیغه‌فرز لنگ خواهد زد و بازده ماشین به شدت کاهش خواهد یافت.

عاملهای مؤثر بر بازده و هزینهٔ عملیات فرزکاری

در هنگام تصمیم‌گیری برای انجام عملیات فرزکاری باید عاملهای زیر را در نظر گرفت.

ماشین‌فرز باید محکم باشد تا بتواند نیروها و ضربهٔ ناشی از فلزتراشی را جذب کند. این ماشین را باید همواره در شرایط خوبی نگه داشت.

تیغه‌فرز را می‌توان چندین بار به کار برد، بدون اینکه آسیبی ببیند. تیغه‌ای را دقیق می‌نامند که بتواند قطعهٔ مورد نظر را تولید کند. بازده تیغه را برحسب تعداد قطعاتی که پس از هر بار تیز شدن می‌توان با آن تراشید، می‌سنجند.

تیغه‌فرز باید قابل اعتماد و بادوام باشد. تیغه‌فرز را باید طوری ساخت که برای انجام کار مورد نظر مناسب باشد. برای عملیات خشن‌تراشی از تیغه‌های دندانه‌درشت استفاده کنید. فلزات نرم و شکلپذیر را با تیغه‌هایی فرزکاری کنید که

زاویهٔ برادهٔ بزرگ (۱۰ تا °۲۰) داشته باشند. تیغه‌هایی که زاویهٔ برادهٔ کوچک (۰ تا °۱۰) دارند، برای فرزکاری مواد سخت و شکننده مناسب‌اند. بهترین زاویهٔ براده، به طور میانگین، بین ۱۰ و °۱۵ است. تیغه‌فرزی با زاویهٔ برادهٔ °۱۲٫۵، برای انجام همهٔ کارهای فرزکاری مناسب است.

اندازه و شکل قطعه‌کار بر نوع تیغه و نیز سرعت و پیشروی مجاز، تأثیر می‌گذارد. برای فرزکاری قطعات نازک، پیشروی را کم انتخاب کنید تا قطعه‌کار نلرزد یا نشکند. وقتی از تیغه‌ای با زاویهٔ مارپیچ بزرگ استفاده می‌کنید، سطح حاصل هموار خواهد بود. و **ابزار به داخل قطعه‌کار کشیده نمی‌شود.** بدین ترتیب می‌توان پیشروی را، در مقایسه با تیغه‌های دارای زاویهٔ مارپیچ کوچک یا **شیارهای** مستقیم، بیشتر گرفت.

وسیلهٔ گرفتن قطعه‌کار باید بتواند خودش و قطعه‌کار را چنان نگه دارد که لرزش به حداقل برسد. اگر این وسیله نتواند قطعه‌کار را خوب بگیرد، حاصل کار ناصافی سطح، دقت پایین و لرزش ابزار خواهد بود.

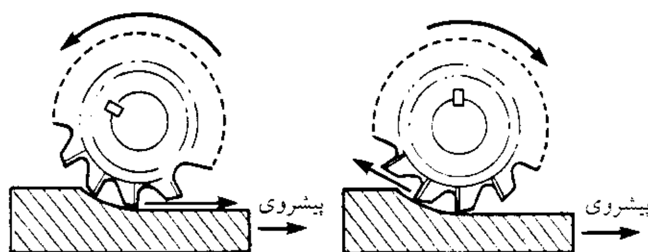
اگر **صافی سطح** بسیار بالایی مورد نظر است، باید پیشروی را نسبتاً آهسته انجام داد تا اثر دندانه‌ها یا چرخش تیغه باقی نماند.

دسته‌بندی روشهای فرزکاری

فرزکاری به دو روش کاملاً متمایز انجام می‌شود: فرزکاری معمولی یا فرابُر و فرزکاری همسو یا فروبُر.

در **فرزکاری معمولی** (شکل ۱۳-۵۴)، قطعه‌کار در جهت مخالف چرخش تیغه باردهی می‌شود و در نتیجه نیرویی به وجود می‌آید که قطعه‌کار را به سمت تیغه بالا می‌برد و تیغه به درون قطعه‌کار فرو می‌رود. در این روش ضخامت براده، به طور یکنواخت، در پایان تراش افزایش می‌یابد. این فرایند را گاهی **فرزکاری فرابُر** نیز می‌نامند.

در **فرزکاری همسو** (شکل ۱۳-۵۵)، قطعه‌کار را در جهت تیغه پیشروی می‌دهند. در این روش تیغه تمایل دارد که از قطعه‌کار دور شود و آن را به سطح اتکایش بفشارد. در این حالت ضخامت براده، به طور یکنواخت، از مقدار حداقلی در آغاز تراش کاهش می‌یابد و در پایان تراش به صفر



شکل ۱۳-۵۴ فرزکاری معمولی. **شکل ۱۳-۵۵** فرزکاری همسو.

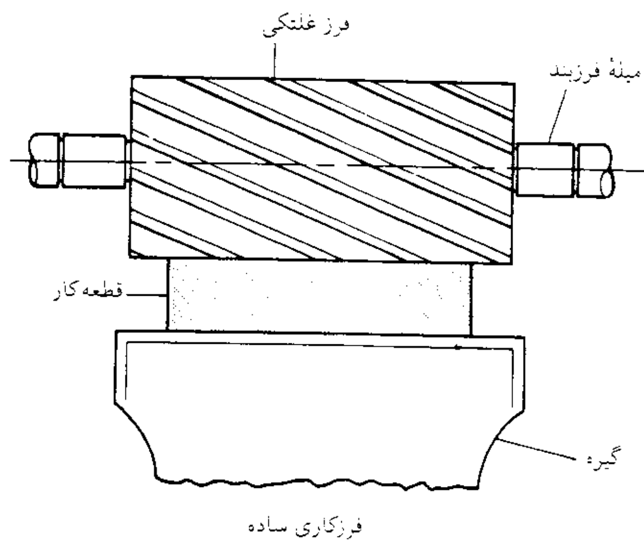
می‌رسد. فرزکاری همسو مزایایی به شرح زیر دارد:

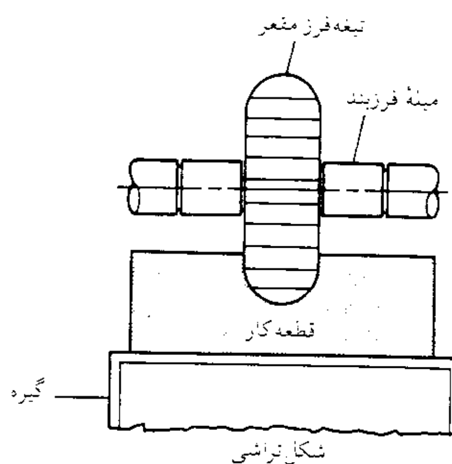
۱. این نوع فرزکاری را می‌توان روی انواع قطعه‌کار انجام داد؛ با استفاده از این روش تعداد قطعاتی که پس از هر بار تیز کردن تیغه تولید می‌شود افزایش می‌یابد و صافی سطح قطعات مطلوبتر می‌شود.
۲. میزان تولید افزایش می‌یابد، زیرا می‌توانید عملیات فرزکاری را در هر دو سر میز ماشین انجام دهید. در حینی که تیغه‌فرز، قطعه‌کار بسته شده به یک گیره را می‌تراشد، می‌توانید به گیرهٔ دوم قطعه ببندید یا از آن قطعه باز کنید.
۳. شیارهای نازک حاصل از فرزکاری با فرز اره، در فرزکاری همسو مطلوبتر از فرزکاری معمولی است.
۴. در این روش قطعه‌کار محکمتر در جای خود می‌ماند، زیرا تیغه‌فرز نیز قطعه را به گیره و به میز ماشین می‌فشارد.

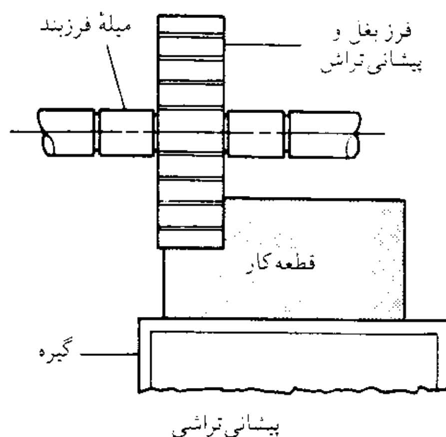
عملیات فرزکاری متداول

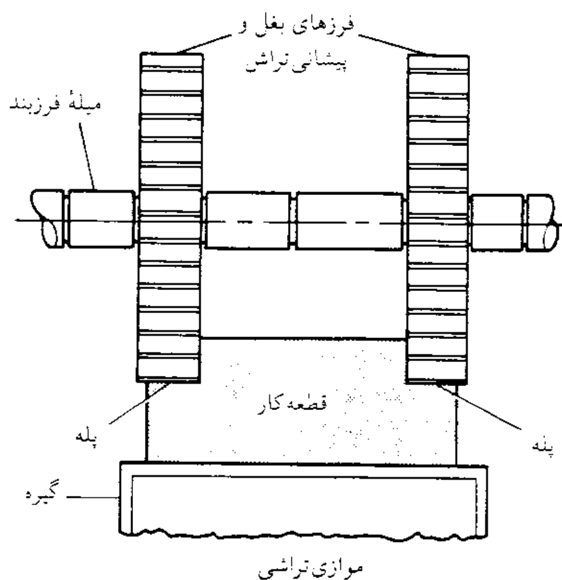
ماشین‌فرز ماشینی بسیار مفید است و می‌توان انواع مختلف عملیات را روی آن انجام داد. در شکل ۱۳-۵۶ بعضی از عملیات فرزکاری متداولتر نشان داده شده است:

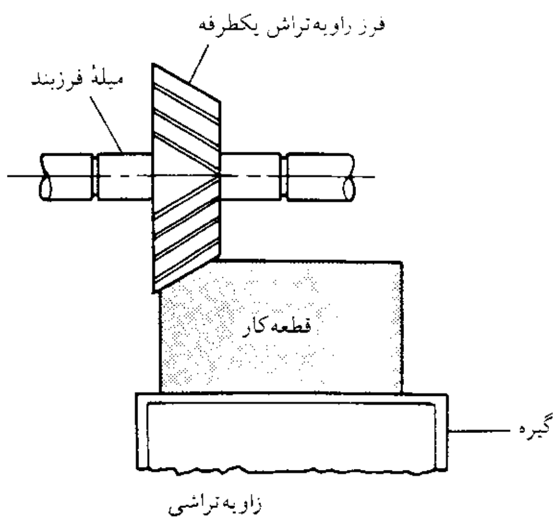
۱. **فرزکاری** ساده یا **فرزکاری با تیغهٔ غلتکی**: تولید سطحی تخت به موازات محور تیغه‌فرز؛
۲. **پیشانی‌تراشی**: تولید سطحی تخت در امتداد عمود بر محور تیغه‌فرز؛
۳. **زاویه‌تراشی**: تولید سطحی تخت با زاویهٔ دلخواه نسبت به محور تیغه‌فرز؛

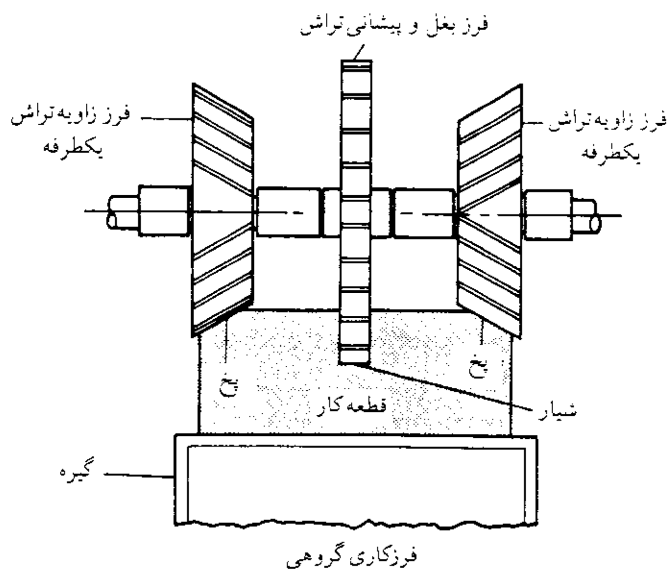












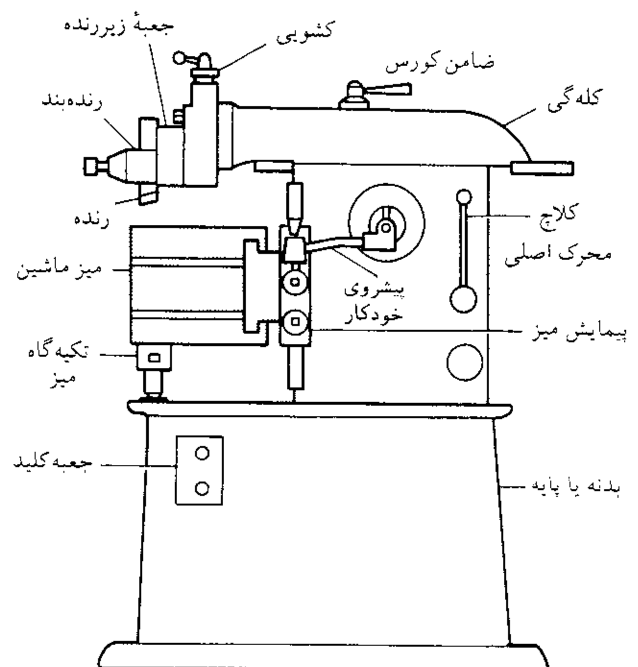
شکل ۱۳ـ۵۶ عملیات فرزکاری متداول.

۴. **شکل‌تراشی**: تولید سطحی با طرح نامنظم، مثلاً شیارهای گود و برجسته؛
۵. **خیاره‌تراشی**: ایجاد شیار روی مته، برقو، قلاویز و غیره؛
۶. **موازی‌تراشی**: فرزکاری همزمان دو طرف قطعه‌کار با استفاده از دو تیغه‌فرز بغل‌تراش؛
۷. **فرزکاری گروهی**: استفاده از دو یا چند تیغه‌فرز روی یک میلهٔ فرزبند؛
۸. **کپی‌تراشی**: فرزکاری شکلی از پیش معین، با استفاده از شابلون و میلهٔ راهنما؛
۹. **دستی‌تراشی**: فرزکاری شکلی کم و بیش نامنظم، با هدایت دست.

عملیات تخصصی دیگری مانند اره‌کاری، شیارزنی، کله‌زنی و دنده‌تراشی نیز با استفاده از ماشین‌فرز انجام می‌شود.

صفحه‌تراش

در کارگاه ماشین‌ابزار، علاوه بر ماشین‌تراش معمولی که برای تراشیدن محور یا مخروط به کار می‌آید، ماشینهایی برای تراشیدن سطوح تخت نیز لازم است. یکی از این ماشینها صفحه‌تراش است که بیشتر برای تولید سطوح تخت، شیارهای جناغی، ریلها و جاخارهای جناغی به کار می‌رود (شکل ۱۳-۵۷).



شکل ۱۳-۵۷ صفحه‌تراش.

اصول کار صفحه‌تراش

ماشین صفحه‌تراش طوری ساخته شده که، با استفاده از بادامک، لنگ یا پین لنگ، حرکت چرخشی را به حرکت رفت و برگشتی تبدیل کند.

در صفحه‌تراش استاندارد از پین لنگ استفاده می‌شود. در این ماشین، حرکت چرخشی چرخدنده‌ای بزرگ به نام **چرخ‌ابزار** یا **دنده‌گاوی**، از طریق پین لنگ و بازویی نوسانگر به بازوی رفت و برگشتی انتقال می‌یابد و آن را به حرکت رفت و برگشتی (جلو ـ عقب) وادار می‌کند.

صفحه‌تراشها را برحسب اندازهٔ طول حداکثری که می‌توانند براده‌برداری کنند دسته‌بندی می‌کنند، بنابراین صفحه‌تراشی با اندازهٔ مفروض، می‌تواند قطعه‌کاری مکعبی را که طول هر ضلع آن با اندازهٔ ماشین معادل باشد بگیرد و ماشینکاری کند.

اجزا و کارکردهای صفحه‌تراش

قلم صفحه‌تراشی به وسیلهٔ یک پیچ به **رنده‌بند** بسته می‌شود. **رنده‌بند** روی **جعبهٔ زیررنده** نصب می‌شود که با پینی لولا شده است و به قلم امکان می‌دهد در حرکت برگشت **کله‌گی صفحه‌تراش** بالا بیاید و از سطح قطعه‌کار جدا شود. کله‌گی بخش متحرک صفحه‌تراش است و کله‌گی لولایی، رنده‌بند و جعبهٔ زیررنده‌بند را حمل می‌کند. **حفاظ کله‌گی** آن را در ناحیهٔ پشت ماشین می‌پوشاند و **بستر کله‌گی** مسیری است که کله‌گی روی آن حرکت می‌کند.

کله‌گی لولایی باردهی تحت زاویهٔ مطلوب را امکانپذیر می‌کند. وقتی از این وسیله استفاده می‌کنید و طول کورس زیاد است، مراقب باشید که کاملاً از بدنهٔ ماشین جدا شود. **فلکهٔ دستی کناری** عمق تراش را کنترل می‌کند. در هنگام تراش سطوح عمودی یا زاویه‌دار نیز از این فلکه استفاده می‌شود.

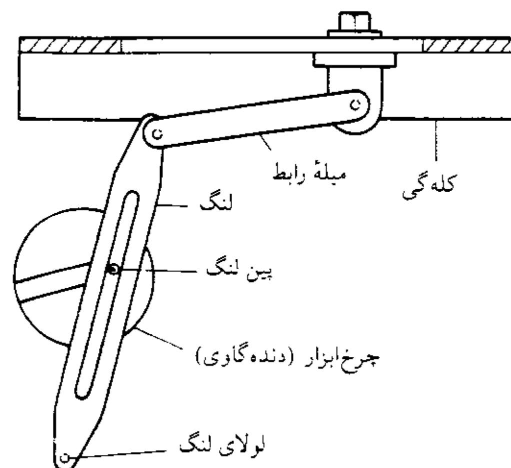
درجهٔ کورس طول کورس حرکت کله‌گی را، برحسب اینچ یا میلیمتر نشان می‌دهد.

پایهٔ میز تکیه‌گاه **میز ماشین** است؛ **گیره** نیز به میز ماشین تکیه دارد و قطعه‌کار را با پیچ‌مهره به گیره می‌بندند. میز ماشین و زین روی **ریل عرضی** قرار دارند و **حفاظ برادهٔ ریل عرضی** مانع ورود براده به ناحیهٔ بین ستون و ریل عرضی می‌شود.

ستون تکیه‌گاه اصلی مکانیسم‌کاری صفحه‌تراش است. **جعبهٔ پیشروی** حامل میز است؛ این جعبه روی ریل قفل می‌شود و روی آن به طرف راست و چپ می‌رود. **پیچ پیشروی عرضی** جعبهٔ پیشروی را، روی ریل، به چپ و راست می‌برد. **اهرم پیشروی عرضی** وضعیت چپ، راست یا خنثی را ایجاد می‌کند و **اهرم کلاچ** ماشین را به کار می‌اندازد و متوقف می‌کند.

مکانیسم محرک

مکانیسم محرک صفحه‌تراش در شکل ۱۳ـ۵۸ نشان داده شده است. پین لنگ، که در مسیری دایره‌ای حرکت می‌کند، به شیاری در چرخ‌ابزار متصل است و در شیار لنگ می‌لغزد. لنگ حول یک سر خود لولا شده است و سر دیگر آن به وسیلهٔ میلهٔ رابط به کله‌گی متصل است؛ میلهٔ رابط به لنگ امکان می‌دهد که بالا بیاید و پایین برود. اگر میلهٔ رابط حذف شود، آنگاه انتهای لنگ را شیاردار می‌سازند تا روی تکیه‌گاه خود بلغزد و بالا و پایین برود. مکان پین لنگ در شیار چرخ‌ابزار تعیین‌کنندهٔ طول کورس صفحه‌تراش است: هر چه پین لنگ از مرکز چرخ دورتر باشد، کورس صفحه‌تراش طولانیتر است.



شکل ۱۳ـ۵۸ مکانیسم محرک ماشین صفحه‌تراش.

سرعت صفحه‌تراش

در حین صفحه‌تراشی با دو نوع سرعت سر و کار داریم: سرعت تراش و سرعت حرکت.

سرعت تراش سرعت عبور لبهٔ برندهٔ قلم از روی ماده است. **سرعت حرکت**، که سرعت ماشین صفحه‌تراش است و معمولاً برحسب تعداد حرکات در دقیقه بیان می‌شود، به وسیلهٔ جعبه‌دنده‌ای تأمین می‌شود که مستقیماً به چرخدنده‌ای متصل است و این چرخدنده چرخ‌ابزار را به چرخش درمی‌آورد. سرعت حرکت نشان‌دهندهٔ تعداد دفعاتی در هر دقیقه است که قلم از روی قطعه‌کار می‌گذرد (حرکات رفت و برگشت کله‌گی در دقیقه).

وقتی سرعت تراش افزایش می‌یابد، سرعت حرکت نیز افزایش می‌یابد. بنابراین برای یافتن سرعت صحیح برحسب متر در دقیقه، ابتدا و پیش از تعیین سرعت جعبه‌دنده، باید سرعت حرکت را تعیین کرد. سرعت حرکت با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$N = \frac{۱۰۰۰ \times S \times f}{L}$$

که در آن N سرعت حرکت برحسب تعداد حرکات در دقیقه، S سرعت تراش برحسب متر در دقیقه، L طول کورس برحسب میلیمتر و f نسبت زمان صرف شده برای فلزتراشی است.

مثال

برای محاسبهٔ سرعت حرکت، وقتی سرعت تراش $۳۲\frac{m}{min}$، طول کورس ۴۰۰mm و نسبت زمان فلزتراشی به زمان برگشت ۵:۳ است، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

$$N = \frac{۱۰۰۰ \times S \times f}{L}$$

$$= \frac{۱۰۰۰ \times ۳۲ \times \frac{۵}{۸}}{۴۰۰}$$

حرکت در دقیقه ۵۰ =

عملیات صفحه‌تراشی

با استفاده از صفحه‌تراش می‌توان عملیات متنوعی انجام داد، اما عملیات صفحه‌تراشی را معمولاً به چهار دسته تقسیم می‌کنند: صفحه‌تراشی افقی، صفحه‌تراشی عمودی، صفحه‌تراشی اریب و شیارتراشی.

در **صفحه‌تراشی افقی** (شکلهای ۱۳-۵۹ و ۱۳-۶۰)، سطحی موازی با سطح میز ماشین تولید می‌شود. در حین حرکت تراش (حرکت رفت) و زمانی که قلم برمی‌گردد تا دور بعدی تراش را آغاز کند (حرکت برگشت)، میز ماشین ثابت می‌ماند. اما درست پیش از آغاز دور بعدی تراش، میز ماشین بالا می‌آید تا پیشروی مورد نظر تأمین شود. عمق تراش به وسیلهٔ فلکهٔ دستی کله‌گی کشویی انتخاب می‌شود. برای صفحه‌تراشی افقی، کله‌گی کشویی و جعبهٔ زیررنده در وضعیت قائم، عمود بر میز ماشین، باقی می‌مانند.

در **صفحه‌تراشی عمودی** (شکل ۱۳-۶۱)، سطحی عمود بر میز ماشین تولید می‌شود. جعبهٔ زیررنده را در وضعیت خارج از مرکز تنظیم می‌کنند تا قلم بتواند به طرف سطحی که صفحه‌تراشی می‌شود حرکت کند. کله‌گی کشویی در وضعیت مرکزی، یعنی به حالت عمودی، می‌ماند. باردهی

فلکهٔ دستی
کله‌گی کشویی
جعبهٔ زیررنده
رنده‌بند
پیشروی قلم
پیشروی قطعه‌کار
قلم
قطعه‌کار

شکل ۱۳-۵۹ صفحه‌تراشی افقی.

شکل ۱۳-۶۰ عملیات صفحه‌تراشی.

کله‌گی کشویی
پیشروی قلم
جعبهٔ زیررنده
قطعه‌کار

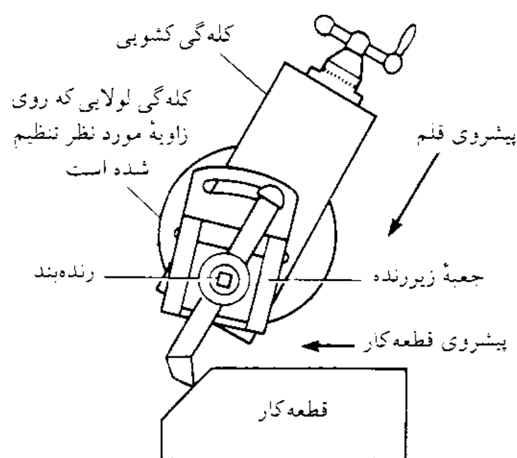
شکل ۱۳-۶۱ صفحه‌تراشی عمودی.

به صورت دستی و با استفاده از فلکهٔ کله‌گی کشویی انجام می‌شود.

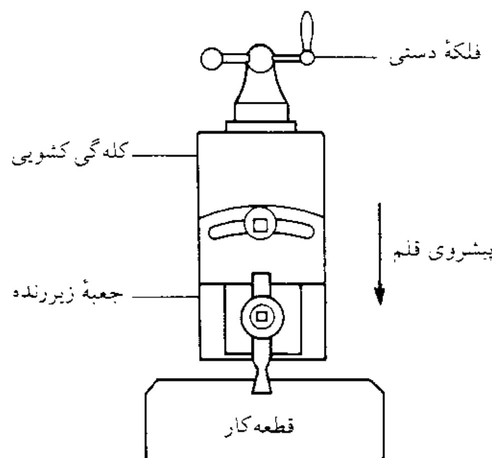
صفحه‌تراشی اریب (شکل ۱۳-۶۲) فرایند تولید سطوح مایل است که با صفحهٔ افقی یا سطح میز ماشین زاویه‌ای تشکیل می‌دهند. برای این عمل، کله‌گی لولایی و کله‌گی کشویی را در وضعیت خارج از مرکز تنظیم می‌کنند تا قلم بتواند به سطح مورد نظر برای صفحه‌تراشی برسد. جعبهٔ زیررنده در وضعیت مرکزی (قائم) باقی می‌ماند.

در **شیارتراشی** شیارها یا شکافهایی تولید می‌شود که وجوه آنها با **محور عمودی صفحه‌تراش موازی** است (شکل ۱۳-۶۳). کله‌گی لولایی، کله‌گی کشویی و جعبهٔ زیررنده در وضعیت مرکزی، یعنی در وضعیت قائم و عمود بر میز ماشین، باقی می‌مانند.

در حین عمل فلزتراشی (حرکت رفت)، جعبهٔ زیررنده بسته می‌ماند؛ این جعبه در حرکت برگشت باز و روی سطح



شکل ۱۳ـ۶۲ صفحه‌تراشی اریب.



شکل ۱۳ـ۶۳ شیارتراشی با صفحه‌تراش.

قطعه‌کار کشیده می‌شود.

در هنگام تنظیم کله‌گی کشویی و جعبهٔ زیررنده از میز ماشین به عنوان **سطح مرجع** استفاده می‌شود.

نگهداری

نگهداری پیشگیرانهٔ ماشینها و تجهیزات کارگاه بسیار مهم است. با استفاده از این شیوه می‌توان از خراب شدن تجهیزات جلوگیری کرد، فرسایش و شکست قطعات را به حداقل رساند و به ماشینها و تجهیزات کمک کرد تا کار خود را به نحو احسن انجام دهند.

در کارگاههای آموزشی راههای متعددی برای نگهداری ماشینها وجود دارد؛ متداولترین آنها **روغنکاری** است.

روغنکاری

روغنکاری عبارت است از روغن زدن یا گریس‌مالی سطوح فلزی که به هم ساییده می‌شوند و اگر روغنکاری نشوند، بر اثر اصطکاک، گرما تولید می‌کنند. روغنکاری نکردن سطوح سبب جلوگیری از حرکت آزادانه می‌شود و ممکن است به چسبیدن سطوح به هم منجر شود. روغنکاری، با کاهش اصطکاک، از اتلاف توان جلوگیری می‌کند، سایش را کاهش می‌دهد و سطوح فلز را خنک می‌کند.

در انتخاب روغن دقت کنید. استفاده از روغن نامناسب ممکن است نتایج نامطلوبی داشته باشد.

روغنی با **ویسکوزیته** (غلظت) مناسب انتخاب کنید. اگر روغن بیش از حد غلیظ باشد، از حرکت آزاد جلوگیری می‌کند و سبب گرم شدن قطعات می‌شود. اگر روغن خیلی رقیق باشد نمی‌تواند بار وارد بر سطح را تحمل کند. روغن نباید اسیدی باشد زیرا ممکن است سبب خوردگی محورها و یاتاقانها شود. روغن باید کاملاً تمیز باشد؛ اگر ماده‌ای خارجی وارد یاتاقان شود یا بین دو سطح گیر کند، سبب سایش سریع می‌شود.

متداولترین روغنهایی که برای ماشین‌آلات به کار می‌روند عبارت‌اند از:

۱. **روغنهای معدنی**: روغنهای طبیعی تصفیه شده که به صورت روغن و گریس در دسترس‌اند؛
۲. **روغنهای چربی**: که از چربی حیوانات یا دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند.

عملیات نگهداری روزمره

بهترین راه نگهداری ماشینها و تجهیزات کارگاهی انجام عملیات روزمرهٔ نگهداری است.

همهٔ ماشینها و تجهیزات را باید، بلافاصله بعد از بهره‌برداری، تمیز کنید. اگر قرار نیست به زودی دوباره از ماشین استفاده شود، باید سطح همهٔ قطعات متحرک آن را روغنکاری کنید. در طی تعطیلات باید عملیات کلی تعمیرونگهداری انجام شود. این عملیات شامل است بر پیاده کردن قطعات برای پاک کردن روغن یا گریس خشک شده از روی سطوح متحرک، تعویض قطعات فرسوده و روغن‌زنی و گریس‌مالی سطوح و قطعاتی که باید روغنکاری شوند.

■ مرور مطالب این فصل

● سه نوع اصلی ماشین سنگ دستی عبارت‌اند از سنگ رومیزی، سنگ پایه‌دار و سنگ پرداخت.
● اجزای اصلی سنگ دستی عبارت‌اند از کله‌گی، محور، چرخ‌سنباده، تکیه‌گاه ابزار، حفاظ چرخ‌سنباده و سپر شفاف.
● چرخ‌سنباده از دانه‌های ساینده‌ای تشکیل می‌شود که به وسیلهٔ عامل چسباننده‌ای به نام زمینه، به هم متصل شده‌اند.
● چرخ‌سنباده را برحسب استحکام زمینه‌ای که دانه‌های ساینده را نگه می‌دارد درجه‌بندی می‌کنند.
● تکیه‌گاه ابزار را باید نزدیک به چرخ‌سنباده تنظیم کرد تا قطعه‌کار یا قلمی که سنگ زده می‌شود بین آنها گیر نیفتد.
● دریل ماشینی است که برای سوراخ کردن قطعه‌کار، با استفاده از ابزاری به نام مته به کار می‌رود. در کارگاههای آموزشی معمولاً از دو نوع دریل استفاده می‌شود: رومیزی و ستونی.
● پرمصرفترین مته‌ها عبارت‌اند از مته‌مارپیچ، متهٔ صاف، متهٔ تخت، متهٔ مرکب (که آن را مته‌مرغک نیز می‌نامند)، مته‌خزینه و مته‌خزینهٔ استوانه‌ای.
● از مته‌مارپیچ، متهٔ تخت، مته‌مرغک و متهٔ صاف برای آغاز سوراخکاری استفاده می‌شود، اما از بقیهٔ مته‌ها برای کار روی سوراخهای موجود استفاده می‌کنند.
● دقت سوراخی که با دریل ایجاد می‌شود تابع عاملهای زیر است: سنبه‌نشان کردن نادرست، که سبب می‌شود مته سُر بخورد و سوراخ در نقطهٔ مورد نظر ایجاد نشود؛ بد تیز کردن مته، که سبب می‌شود زوایای برش نامساوی شوند؛ نادرستی زاویهٔ آزادی؛ نادرستی زاویهٔ نوک مته و برابر نبودن طول لبه‌ها، که هر دو باعث گشاد شدن سوراخ می‌شوند.
● ماشین‌تراش معمولی ماشین‌ابزاری است که بیشتر برای روتراشی (کاهش قطر) محورهای فلزی به کار می‌رود.
● اجزای اصلی ماشین‌تراش عبارت‌اند از پیش‌دستگاه، پس‌دستگاه، حماله، قوطی، صفحهٔ رنده‌بند، کشوی عرضی، کشوی مرکب، پیچ جلوبر و محور پیشروی.
● اندازهٔ ماشین‌تراش براساس قطر بزرگترین قطعه‌ای که می‌توان در آن چرخاند و حداکثر طول قطعه‌ای که می‌توان بین یک مرغک ثابت و یک مرغک متحرک بست تعیین می‌شود.
● ملحقات استاندارد ماشین‌تراش عبارت‌اند از لینت (کمربند)، صفحه‌مرغک، نوک‌گیر، صفحه‌نظام، سه‌نظام، چهارنظام و مرغک.
● برای بستن قطعه‌کار به ماشین‌تراش می‌توان از سه‌نظام، چهارنظام، مرغک، صفحه‌مرغک، صفحه‌نظام، میل‌متحرک و کولت استفاده کرد.
● قلمهای تراشکاری به سه شکل تیغه‌تراش، چهارپهلوی تیغچه الماسی و چهارپهلوی الماس‌گیر پیچی ساخته می‌شوند.
● زوایای اصلی مربوط به سنگ زدن قلمهای تراشکاری عبارت‌اند از زاویهٔ آزادی جلو، زاویهٔ آزادی بغل، زاویهٔ جلوروی براده و زاویهٔ کنارروی براده.
● زاویهٔ جلوروی براده، بسته به جنس ماده‌ای که تراشیده می‌شود، می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.
● وقتی قلم تراشکاری را به رنده‌بند می‌بندید مراقب باشید که زیاد پیش‌آمده نباشد یا زیرسریهای آن به صورت نادرست چیده نشده باشند، زیرا این عیوب سبب انحراف قلم و ایجاد سطح ناصاف می‌شوند.
● در همهٔ عملیات تراشکاری، نوک قلم باید با ارتفاع مرغک تنظیم شود.
● با استفاده از ماشین‌تراش می‌توان عملیاتی مانند پیشانی‌تراشی، روتراشی، مخروط‌تراشی، برش،

داخل‌تراشی، آج‌زنی و پیچ‌تراشی انجام داد.

● ماشین‌فرز دو نوع اصلی دارد: افقی که در آن تیغه‌فرز روی میلهٔ فرزبند افقی بسته می‌شود، و عمودی که در آن تیغه‌فرز به محور عمودی دستگاه بسته می‌شود.

● ماشین‌فرز یونیورسال می‌تواند هر دو نوع عملیات افقی و عمودی را انجام دهد.

● دندانه‌های تیغه‌فرز را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: دندانهٔ اره‌ای، دندانهٔ شکلدهی شده و دندانهٔ تیغچه‌ای.

● تیغه‌فرزها را در انواع مختلفی از قبیل فرز ساده، فرز پیشانی‌تراش، فرز انگشتی و فرز نقش‌تراش می‌سازند.

● با استفاده از ماشین‌فرز می‌توان عملیات مختلفی مانند فرزکاری با تیغهٔ غلتکی، پیشانی‌تراشی، زاویه‌تراشی، شکل‌تراشی، موازی‌تراشی و فرزکاری گروهی انجام داد.

● صفحه‌تراشها را برحسب حداکثر طول تراشی که می‌توان روی آنها انجام داد دسته‌بندی می‌کنند.

● اجزای اصلی صفحه‌تراش عبارت‌اند از کله‌گی لولایی، کله‌گی کشویی، فلکهٔ دستی، جعبهٔ زیررنده، رنده‌بند و میز.

● عملیات صفحه‌تراشی را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد: صفحه‌تراشی افقی، صفحه‌تراشی عمودی، کج‌تراشی و شیارتراشی.

● در حین صفحه‌تراشی افقی، کله‌گی لولایی، کله‌گی کشویی و جعبهٔ زیررنده، همگی روی محور ماشین تنظیم می‌شوند.

● در صفحه‌تراشی عمودی، جعبهٔ زیررنده را خارج از مرکز تنظیم می‌کنند تا قلم بتواند به قطعه‌کار برسد.

● در کج‌تراشی، کله‌گی لولایی را خارج از مرکز، و طبق زاویهٔ مورد نظر، تنظیم می‌کنند؛ جعبهٔ زیررنده را نیز خارج از مرکز تنظیم می‌کنند تا قلم بتواند با قطعه‌کار تماس پیدا کند.

● در هنگام شیارتراشی، کله‌گی لولایی، کله‌گی کشویی و جعبهٔ زیررنده در امتداد عمودی تنظیم می‌شوند.

● نگهداری، فرایند جلوگیری از خرابی ماشینها و حفظ آنها در شرایط خوب است.

● روغنکاری فرایند روغن زدن یا گریس‌مالی به قطعات یا سطوح متحرک ماشینهاست تا نیروی اصطکاک نامطلوب کاهش یابد و قطعات بتوانند آزادانه حرکت کنند.

● برای روغنکاری باید از روغنی با ویسکوزیتهٔ مناسب استفاده کنید. اگر روغن خیلی غلیظ باشد، مانع حرکت آزادانهٔ قطعات می‌شود و قطعات بیش از حد گرم می‌شوند. اگر روغن خیلی رقیق باشد، به سرعت خشک می‌شود و باز هم در نتیجهٔ اصطکاک بین قطعات متحرک، گرمای زیادی تولید می‌شود.

● در هنگام روغنکاری مراقب باشید که هیچ مادهٔ خارجی بین سطوح تکیه‌گاهی گیر نیفتد زیرا ممکن است سبب فرسایش ناخواسته شود.

● متداولترین روغنهایی که در روغنکاری به کار می‌روند عبارت‌اند از روغنهای معدنی و روغنهای چربی.

● انجام عملیات نگهداری روزمرهٔ تأثیر بسزایی در کار رضایتبخش ماشینها و تجهیزات دارد. نگهداری پیشگیرانه بهترین خط مشی است.

تمرین و پرسش

۱. منظور از اصطلاحات زیر در چرخ‌سنباده چیست؟

الف) دانه

ب) درجه

ج) زمینه

۲. در هنگام انتخاب چرخ‌سنباده برای سنگ زدن مواد سخت و مواد نرم، چه عاملهایی را در نظر می‌گیرید؟

۳. الف) منظور از زاویهٔ مارپیچ مته‌مارپیچ چیست؟

ب) دو نوع زاویهٔ مارپیچ را شرح دهید و اثر آنها را بر کاربرد مته بیان کنید.

۴. آثار ناشی از بد تیز کردن مته‌مارپیچ را، با رسم شکل، نشان دهید.

۵. کاربردهای اصلی اجزای زیر را، در ماشین‌تراش، شرح دهید:

الف) صفحهٔ رنده‌بند

ب) کشوی عرضی

ج) کشوی مرکب

د) پس‌دستگاه

۶. الف) چرا برای پیچ‌تراشی روی ماشین‌تراش باید چرخدنده انتخاب کنید؟

ب) یک مجموعه‌چرخدندهٔ ساده و یک مجموعه چرخدندهٔ مرکب را با رسم شکل نشان دهید. بخشهای مختلف شکل را نامگذاری کنید.

۷. عملیات فرزکاری زیر را، با رسم شکل، نمایش دهید؛ شکلها را نامگذاری کنید.

الف) فرزکاری با فرز غلتکی

ب) پیشانی‌تراشی

ج) زاویه‌تراشی

۸. عملیات زیر را، با رسم شکل، نشان دهید:

الف) فرزکاری معمولی

ب) فرزکاری همسو

۹. الف) عملیات اصلی صفحه‌تراشی را نام ببرید.

ب) دو تا از این عملیات را انتخاب کنید و آنها را، با رسم شکل، شرح دهید.

۱۰. ضرورت تهیهٔ برنامهٔ نگهداری روزمره برای ماشینها و تجهیزات را بیان کنید.

۱۴

اطلاعات حرفه‌ای و پروژه‌ها

مقدمه

این فصل به دو بخش تقسیم می‌شود. در بخش اول بعضی اطلاعات پایه در مورد نحوهٔ ورود به فعالیتهای صنعتی و اقتصادی ارائه می‌شود. در بخش دوم چند پروژهٔ پیشنهادی ارائه می‌شود که با انجام آنها می‌توانید مهارت خود را در فرایندهای طراحی و ساخت افزایش دهید. اجرای این پروژه‌ها را به شما توصیه می‌کنیم.

اطلاعات حرفه‌ای

انواع مؤسسات اقتصادی

در هر کشور، شهروندان برای ادامهٔ زندگی به کالاها و خدمات مختلف نیاز دارند. بعضی افراد، سازمانها و مؤسسات به توزیع و عرضهٔ کالاها و خدمات مورد نیاز شهروندان اشتغال دارند. مؤسساتی که به خرید و فروش و توزیع مواد اولیه و کالاهای ساخته شده و ارائهٔ خدمات مشغول‌اند، اساساً به دو بخش تقسیم می‌شوند: بخش دولتی و بخش خصوصی.

> مؤسسات و سازمانهای تحت کنترل دولت را **بخش دولتی** می‌نامند.

این مؤسسات عموماً برای انجام امور عام‌المنفعه تأسیس می‌شوند. در این گونه مؤسسات سود انگیزهٔ فعالیت نیست. در بعضی از کشورها خدمات پستی، خدمات بهداشتی و درمانی، پلیس و ارتش نهادهای بخش دولتی محسوب می‌شوند.

به طور کلی، هدف نهایی در مؤسسات بخش خصوصی کسب سود برای مالکان مؤسسه است.

> مؤسسات و سازمانهایی که در مالکیت افراد خصوصی باشند و به وسیلهٔ آنها اداره شوند، خواه کوچک باشند و خواه بزرگ، و خواه فعالیت صنعتی داشته باشند و خواه فعالیت بازرگانی، **بخش خصوصی** را تشکیل می‌دهند.

دسته‌بندی مؤسسات

مؤسسات مختلف، اعم از دولتی و خصوصی، به سه دسته تقسیم می‌شوند: مؤسسات صنعتی، مؤسسات بازرگانی و مؤسسات خدماتی.

مؤسسات صنعتی اصولاً با تولید انواع مواد اولیه و فراوری این مواد به صورتهای قابل فروش یا کالاهای مختلف برای مصرف عموم سر و کار دارند. مؤسساتی که در بخش ساختمان فعالیت می‌کنند نیز جزء مؤسسات صنعتی به شمار می‌روند.

مؤسسات بازرگانی به خرید و فروش مواد اولیه، قطعات و کالاهای مختلفی اشتغال دارند که در مؤسسات صنعتی تولید می‌شود. مؤسسات بازرگانی انواع مختلفی دارند و از جمله می‌توان به فروشگاههای کوچکی که فقط یک نفر آنها را اداره می‌کند، سوپرمارکتها، فروشگاههای بزرگ زنجیره‌ای، و عمده‌فروشیها اشاره کرد.

مؤسسات خدماتی صرفاً با ارائهٔ خدمات مختلف به سایر مؤسسات یا افراد سر و کار دارند. انواع مختلف خدماتی که این مؤسسات ارائه می‌دهند عبارت‌اند از انبارداری، حمل‌ونقل، تعمیرونگهداری، بانکداری و امور مالی، بیمه، حسابداری، رستوران‌داری و مانند آن.

مؤسسات کوچک (تک‌مالک)

چنان که از نام این نوع مؤسسات پیداست، معمولاً کوچک‌اند و فقط یک نفر مالک آنهاست و آنها را اداره می‌کند. گسترهٔ فعالیتهای آنها به شرح زیر است:

۱. بازرگانی، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی؛
۲. تولید در مقیاس کوچک؛
۳. ماهیگیری در مقیاس کوچک؛
۴. کشاورزی در مقیاس کوچک؛
۵. فلزکاری و صنایع چوب؛
۶. تعمیرونگهداری موتور؛
۷. کارهای برقی؛
۸. تعمیر رادیو و تلویزیون؛
۹. نقاشی و تزئینات؛
۱۰. معاملات ملکی؛
۱۱. رستوران؛
۱۲. مهمانخانه.

انجام امور روزمرهٔ این گونه مؤسسات کوچک معمولاً به عهدهٔ مالک آنهاست. گاه نیز ممکن است مالک مؤسسه شخصی را برای ادارهٔ امور آن استخدام کند. گاهی نیز اعضای خانواده به ادارهٔ این نوع مؤسسات می‌پردازند.

چون تعداد افرادی که در ادارهٔ این مؤسسات شرکت دارند کم است و غالباً با هم خویشاوند هستند، مالک یا مدیر مؤسسه، کارکنان را شخصاً می‌شناسد و از تواناییها و ضعفهای آنها مطلع است. بنابراین ادارهٔ این مؤسسات کار آسانی است. در این مؤسسات، در صورت بیماری یا غیبت یک کارگر، مالک/مدیر می‌تواند کار او را انجام دهد. تصمیم‌گیری در این قبیل مؤسسات به سرعت انجام می‌شود، زیرا مالک معمولاً ناگزیر نیست با دیگران مشورت کند. برقراری تماسهای شخصی با مشتریان یا خریداران و فروشندگان آسان است. هر سودی که در این مؤسسه عاید شود، فقط متعلق به مالک مؤسسه است.

اما چون این مؤسسات به صورت تک‌نفری اداره می‌شوند، در هنگام غیبت مدیر هیچ‌کس نمی‌داند وظایف او را چگونه انجام دهد و مؤسسه خسارت می‌بیند. مالک مؤسسه ممکن است از بعضی شگردهای مدیریتی، که برای موفقیت در کار ضروری هستند، مطلع نباشد و شاید وقت کافی برای انجام همهٔ وظایف خود، در مقام مدیر، نداشته باشد. تأمین منابع مالی کافی، برای شروع کار مؤسسه یا توسعهٔ آن، ممکن است دشوار باشد. وقتی مؤسسه ضرر کند، همهٔ بدهی و مسئولیت به عهدهٔ مالک است.

شرکت

شرکت مؤسسه‌ای است که در آن دو یا چند نفر توافق کرده‌اند که فعالیتی را مشترکاً و با انگیزهٔ کسب سود، انجام دهند. غالباً شرکا مهارت، تجربه، دانش، پول یا دارایی خود را به اشتراک می‌گذارند. شریکی که در ادارهٔ مؤسسه نقش نداشته باشد **شریک غیرفعال** نامیده می‌شود.

در این مؤسسات می‌توان کار و مسئولیت را بین شرکا تقسیم کرد. همیشه باید شخصی حاضر باشد که کارهای شریکی را که بیمار شده، به مرخصی رفته یا از شرکت جدا شده است، انجام دهد. در ادارهٔ امور شرکت، مشورت ضروری است و تصمیمها به صورت جمعی گرفته می‌شود.

اما ممکن است در شرکت کشمکشهایی نیز بروز کند، به ویژه هرگاه یکی از شرکا وظایف خود را به نحو احسن انجام ندهد یا درستکار نباشد. این نوع کشمکشهای شخصی تأثیر بدی در ادارهٔ مؤسسه خواهد گذاشت.

تأسیس مؤسسهٔ اقتصادی

تأسیس مؤسسهٔ اقتصادی موضوع پیچیده‌ای است. ما در بحث خود سه عامل مهم را بررسی می‌کنیم: طرح‌ریزی، پیش‌بینی و بررسی بازار.

طرح‌ریزی

وقتی شخص یا گروهی از اشخاص قصد تأسیس مؤسسه‌ای را دارند، نخستین کاری که باید انجام دهند تصمیم‌گیری در مورد نوع فعالیت مؤسسه است:

۱. آیا قرار است مؤسسهٔ مورد نظر در ساخت و تولید کالایی درگیر شود؟ اگر چنین است، چه کالایی را می‌خواهد تولید کند؟
۲. آیا قرار است به امور تجارتی بپردازد؟ اگر چنین است، چه کالاهایی را می‌خواهد خرید و فروش کند؟
۳. آیا قرار است در بخش خدمات فعالیت کند؟ اگر چنین است چه نوع خدماتی ارائه خواهد کرد؟

در نتیجهٔ انجام این تحلیل، **اهداف مؤسسه** مشخص خواهد شد. مسائل بعدی به شرح زیر است:

۱. مؤسسهٔ مورد نظر در کجا فعالیت خواهد کرد؟
۲. آیا زمینی وجود دارد که فروشگاه یا کارگاه در آن ساخته شود؟ یا ساختمان آماده‌ای برای این کار در اختیار هست؟
۳. نیروی کار از چه کسانی تشکیل خواهد شد؟
۴. آیا منابع مالی کافی برای شروع کار تأمین شده است؟

نوشته‌ای که دربرگیرندهٔ همهٔ نکات و اهداف فوق باشد **خط‌مشی مؤسسه** است.

پیش‌بینی

وقتی خط مشی مؤسسه تعیین شد، باید چشم‌اندازهای آیندهٔ فعالیت مورد نظر را، هم درکوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، بررسی کرد. ارزیابی آثار رویدادهای احتمالی آینده بر فعالیتهای مؤسسه ضرورت دارد.

مثلاً، چه اقدامی باید به عمل آورد هرگاه:

۱. اقتصاد عمومی کشور تغییر کند؟
۲. درکشور تغییرات سیاسی پدید آید؟
۳. قیمت مواد اولیه یا کالاهای ساخته شده افزایش یابد؟
۴. تعداد رقبا افزایش پیدا کند؟

بررسی بازار

اقدام به تولید کالایی که تقاضایی برای خرید آن وجود ندارد کار عاقلانه‌ای نیست. به همین ترتیب، ورود به عرصهٔ تجارت اقلامی که تقاضای فوری یا آتی برای آنها وجود ندارد نیز غیرمنطقی است. بنابراین، باید اقدام به بررسی بازارکرد تا وضعیت کلی تقاضا برای اقلامی که مؤسسه قصد دارد خود را مشغول آنها کند، مشخص شود. این بررسی نباید به تقاضاهای مشتریان محدود شود؛ وضعیت عرضه را نیز باید بررسی کرد.

تصمیم نهایی

پس از تعیین اهداف و خط‌مشی کلی، شامل بررسی برای تأمین سرمایهٔ اولیه، پیش‌بینی و بررسی بازار، در وضعیتی هستید که می‌توانید تصمیم بگیرید که آیا کار پیشنهادی امکانپذیر است و ارزش دنبال کردن دارد یا نه.

پروژه‌ها

در بخش دوم این فصل چند نمونه از پروژه‌های طراحی و ساخت ارائه می‌شود. هدف از انتخاب و ارائهٔ این پروژه‌ها، آن است که هنرجویان، پس از پایان دوران آموزش، در صورتی که قصد داشته باشند وارد بازار کار شوند (به ویژه اگر بخواهند به شیوهٔ خویش‌فرمایی کارکنند) قادر به طراحی و ساخت مصنوعاتی باشند که نیازهای خاصی را برطرف می‌کنند.

پروژه‌هایی که در این بخش مطرح می‌شوند، با هدف تعیین میزان فهم هنرجو از موضوعهای نظری و عملی شرح داده شده در متن کتاب، انتخاب شده‌اند. برگه‌های طراحی که برای هر پروژه تهیه می‌شوند به هنرجو امکان می‌دهند ایده‌های خود را به صورت ترسیمی به دیگران انتقال دهد؛ این برگه‌ها سابقهٔ پروژه‌ها را نیز تشکیل می‌دهند.

چند پروژهٔ طراحی

مثال ۱

در این مثال نحوهٔ طراحی یک جاتخم‌مرغی را، پس از شناسایی مشکل به وسیلهٔ هنرجو، نشان می‌دهیم. مراحل کار به ترتیب زیر است:

۱. **موقعیت:** نیاز به طراحی و ساخت کالا شناسایی شده است (شکل ۱۴ـ۱).
۲. **خلاصهٔ طرح:** آنچه باید طراحی و ساخته شود، به وضوح بیان شده است (شکل ۱۴ـ۱).
۳. **تحقیق:** پرسشهای لازم مطرح شده‌اند تا اطلاعات بیشتری در مورد مسئله به دست آید (شکل ۱۴ـ۱).
۴. **خلق ایده‌ها:** ایده‌هایی که ممکن است به یافتن راه حل منتهی شوند، به صورت طرح ساده، یادداشت و غیره ثبت شده‌اند. از میان چهار ایده، یکی انتخاب شده و در مرحلهٔ بعد روی آن بیشتر کار شده است (شکل ۱۴ـ۲).
۵. **تکمیل ایدهٔ انتخاب شده:** بهترین ایده‌ها در هر بخش تکمیل شده و از ترکیب آنها ایدهٔ نهایی حاصل شده است (شکلهای ۱۴ـ۳ و ۱۴ـ۴).
۶. **نقشه‌های اجرایی:** شامل گستردهٔ سطوح (با ابعاد) کل قطعه‌کار (شکل ۱۴ـ۵). انتخاب قطعهٔ یکپارچه به‌صرفه نزدیک است (زیرا به لحیمکاری یا پرچکاری نیاز ندارد). می‌توان مقیاس مناسبی انتخاب کرد. وقتی قطعه‌کار را روی خطوط خمکاری خم کنیم، شکل واقعی مصنوع مورد نظر ایجاد می‌شود. روی نقشهٔ مهندسی جاتخم‌مرغی می‌توان ابعاد کل را وارد کرد (شکل ۱۴ـ۶).
۷. **آزمون / ارزیابی:** محصول طراحی شده، ساخته شده و براساس خلاصهٔ طرح ارزیابی می‌شود. محصول تولیدی بسیار زیبا، پایدار و ایمن بود و به قول طراح:

- «جاتخم‌مرغی بسیار زیباست».
- «پایهٔ آن، اگرچه از قسمت بالایی کوچکتر است، خواه وقتی که در همهٔ سوراخها تخم‌مرغ قرار دارد و خواه وقتی که فقط در یک سوراخ تخم‌مرغ هست، تکیه‌گاه خوب و پایداری است».
- «این مصنوع بسیار ایمن است و نگهداری و مراقبت از آن آسان است».

مثال ۲

در این مثال فرایند طراحی یک رخت‌آویز را نشان می‌دهیم. مراحلی که در مورد مثال اول برشمردیم، در این مثال نیز تکرار می‌شوند. اما در مرحلهٔ **تحلیل و تحقیق**، طرح رخت‌آویزهای موجود را نیز گنجانده‌ایم (شکل ۱۴ـ۷).

۱. **خلق ایده‌ها:** چند ایدهٔ خوب ترسیم شده است. براساس این طرحهای ساده می‌توان بهترین ایده را انتخاب کرد (شکل ۱۴ـ۸).
۲. **تکمیل ایدهٔ انتخابی:** در تکمیل ایدهٔ انتخابی، از چند طرح ساده و یادداشت برای توجیه تصمیم‌گیریها استفاده شده است (شکل ۱۴ـ۸).
۳. **نقشه‌های اجرایی:** جزئیات قطعات، با ابعاد، و با مقیاس ۱:۲ ترسیم شده است (شکل ۱۴ـ۹).
۴. **ارزیابی:** راه حل نهایی آزموده و ارزیابی شد و مشخص شد که رخت‌آویز پیشنهادی، قابل حمل، ایمن، تاشو و ضد زنگ است (زیرا رنگ می‌شود).

مثال ۳

در این مثال طراحی و ساخت **قفل دزدایمن** را نشان می‌دهیم. روش مورد استفاده با روشی که در دو مثال اول دیدیم اندکی تفاوت دارد.

۱. **موقعیت:** مسئلهٔ مورد نظر به اختصار بیان شده است (شکل ۱۴ـ۱۰).
۲. **خلاصهٔ طرح:** توصیف روشن آنچه باید طراحی و ساخته شود (شکل ۱۴ـ۱۰).
۳. **مشخصات فنی:** شرایطی که این وسیله باید داشته باشد برشمرده شده است (مثلاً ایمنی در استفاده، استحکام کافی) (شکل ۱۴ـ۱۰).
۴. **تحقیق:** هنرجو برای مطرح کردن پرسشهای اساسی خود از **نمودار دایره‌ای** استفاده می‌کند (شکل ۱۴ـ۱۰).

موقعیت

غذایی که سر میز آورده می‌شود، گاهی سرپوش ندارد، در نتیجه تخم‌مرغ پخته پوست‌کنده که با بشقاب سر میز آورده می‌شود بهداشتی نیست. اگر بتوان تخم‌مرغ پخته را با پوست سر میز آورد بهداشت رعایت می‌شود. اما نگه داشتن تخم‌مرغ پوست نکنده در بشقاب دشوار است.

خلاصهٔ طرح

می‌خواهیم یک جاتخم‌مرغی طراحی کنیم که بتوان تخم‌مرغهای پخته را در آن قرار داد و سر میز غذا آورد. این جاتخم‌مرغی باید زیبا باشد و سر میز، جنبهٔ تزئینی هم داشته باشد، جاتخم‌مرغی مورد نظر باید پایدار باشد و نباید استفاده از آن خطری در بر داشته باشد.

تحقیق

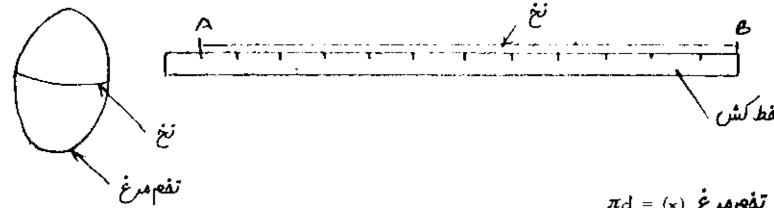
۱) چرا باید برای تخم‌مرغ پخته جاتخم‌مرغی درست کرد؟

۲) ابعاد یک تخم‌مرغ متوسط چقدر است؟

۳) ارتفاع جاتخم‌مرغی چقدر باید باشد؟

روش تعیین قطر تخم‌مرغ

ابتدا نخی را دور تخم‌مرغ می‌بندیم و سپس نخ را باز می‌کنیم و طول آن را با خط‌کش اندازه می‌گیریم. محیط تخم‌مرغ برابر است با فاصلهٔ بین دو نقطهٔ A و B که همان طول نخ است.



محیط تخم‌مرغ $(x) = \pi d$

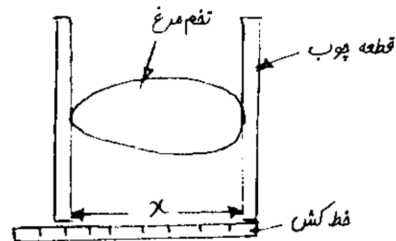
قطر تخم‌مرغ $(d) = \frac{x}{\pi}$

ارتفاع جاتخم‌مرغی

برای آنکه تخم‌مرغ درست در جاتخم‌مرغی قرار بگیرد، باید جاتخم‌مرغی آن را چند میلیمتر بالاتر از سطح میز نگه دارد تا تخم‌مرغ پایدار بماند.

روش تعیین ارتفاع تخم‌مرغ

تخم‌مرغ را بین دو قطعه چوب (مطابق شکل) قرار می‌دهیم و فاصلهٔ چوبها را اندازه‌گیری می‌کنیم.



ارتفاع تخم‌مرغ = x

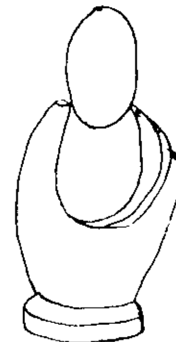
مجری :	جاتخم‌مرغی	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ ـ ۱ مثال ۱: موقعیت، خلاصهٔ طرح و تحقیق.

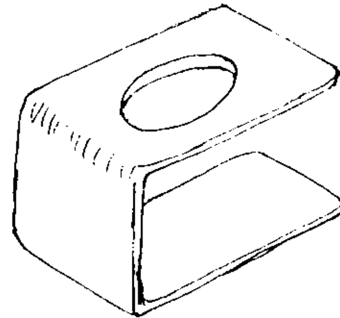
جنس جاتخم‌مرغی

جاتخم‌مرغی را از چه جنسی باید ساخت؟ چون جاتخم‌مرغی با مواد غذایی تماس پیدا می‌کند نباید آن را از ماده‌ای ساخت که با مواد غذایی واکنش فیزیکی یا شیمیایی انجام دهد. مثلاً می‌توان از نقره، فولاد زنگ‌نزن، آلومینیم، برنج و فولاد نرم نام برد.

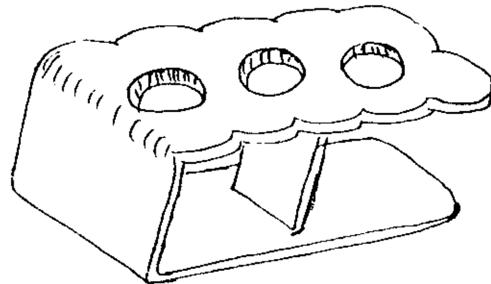
خلق ایده‌ها



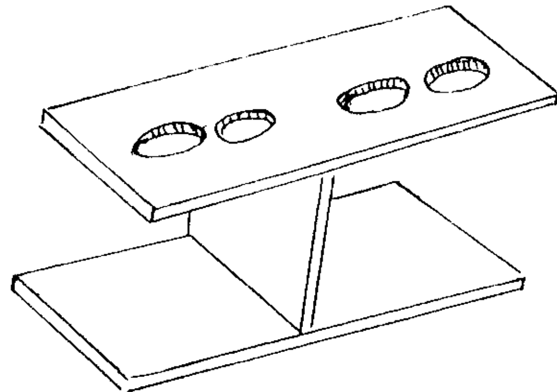
دست ریختگی از جنس فلز که فقط یک تخم‌مرغ را می‌گیرد و تمیزکردن آن آسان نیست.



جاتخم‌مرغی فلزی به شکل «U»، اگرچه مناسب است، اما فقط یک تخم‌مرغ در آن جای می‌گیرد.



جاتخم‌مرغی با سطح گل‌مانند که ۳ تخم‌مرغ در آن جای می‌گیرد و تکیه‌گاهی در وسط دارد.



طرح انتخابی

جاتخم‌مرغی پایه‌دار که چهار تخم‌مرغ در آن جای می‌گیرد.

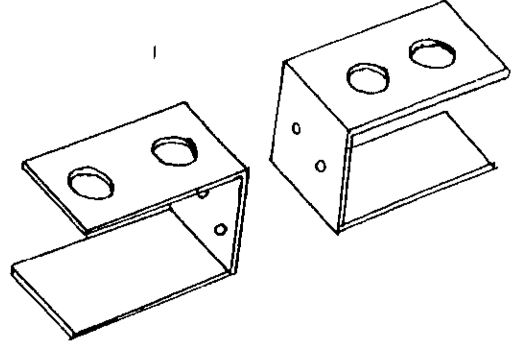
مجری :	جاتخم‌مرغی	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ ـ ۲ مثال ۱: خلق ایده.

تکمیل ایدهٔ انتقابی

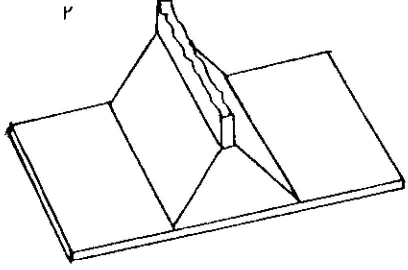
تکمیل رویه

۱



دو قطعه فلز جدا از هم به شکل «۸» که به هم پرچ می‌شوند. به اندازهٔ کافی جنبهٔ تزئینی ندارد

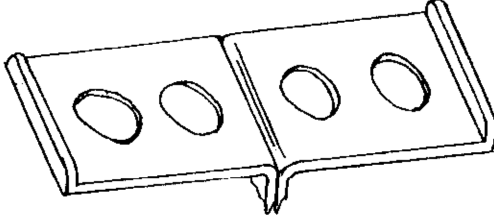
۲



قطعهٔ مثلثی جوشکاری شده به پایه و رویه. بیش از اندازه سنگین است

۳

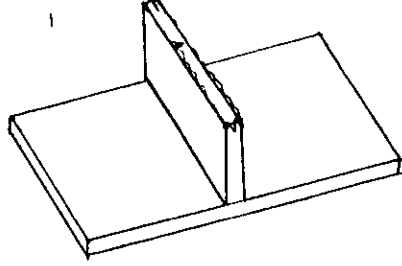
قطعهٔ یک‌تکه از ورق، با لبه‌های برجسته



طرح انتقابی

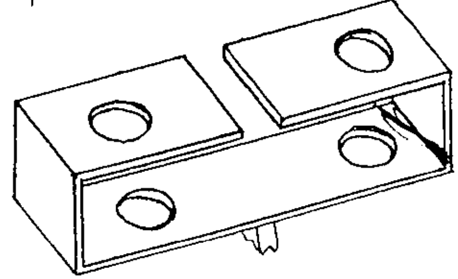
تکمیل پایه

۱



قطعهٔ مستطیلی جوشکاری شده به پایه. خیلی پایدار نیست.

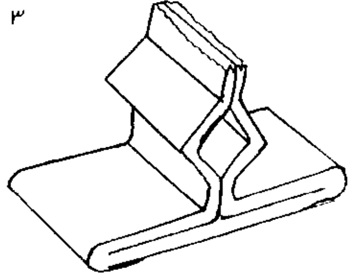
۲



این طرح، اگرچه مناسب است، مقدار زیادی جنس مصرف می‌کند و ظرافت هم ندارد

طرح انتقابی

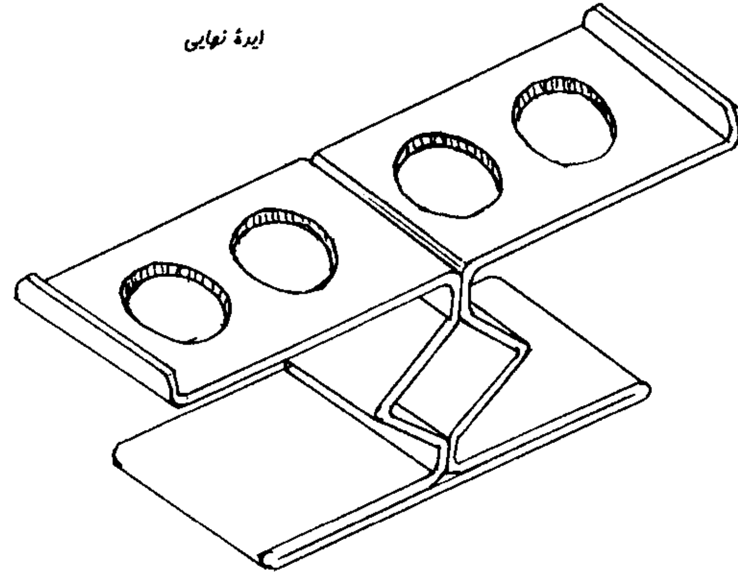
۳



ورق یک‌تکهٔ تاشده و شکل‌یافته به صورت قطعه‌ای تزئینی. ایدهٔ خوبی است.

مجری :	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ ـ ۳ مثال ۱: تکمیل ایدهٔ انتخاب‌شده.



مجری :	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ ـ ۴ مثال ۱: ایدهٔ نهایی.

گسترش سطح جاتخم‌مرغی

۴ سوراخ برای قرار دادن
تخم‌مرغ، ϕ ۳۵ mm

خطوط خمکاری

۵ ۱۰ ۳۵ ۲۰ ۳۵ ۱۰ ۲۰ ۳۲ ۳۲ ۲۰ ۴۰ ۴۰ ۴۰ ۴۰ ۲۰ ۳۲ ۳۲ ۲۰ ۱۰ ۳۵ ۲۰ ۳۵ ۱۰ ۵

۵۹۸

۶۰

شکل مقیاس ندارد

همهٔ ابعاد به میلیمتر

قطعه	تعداد	شرح	جنس	ابعاد
۱	۱	جاتخم‌مرغی	ورق آلومینیم	۵۹۸ × ۶۰ × ۳ mm

فهرست برشکاری

مجری :	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ ـ ۵ مثال ۱: گسترش سطح.

شکل ۱۴ ـ ۶ مثال ۱: نقشهٔ مهندسی.

موقعیت

مدیر مؤسسه‌ای با مشکل حمل رفت‌آویز بزرگ، از خانه به دفتر، برای آویزان کردن پالتوی خود، روبه‌رو شده است

خلاصه طرح

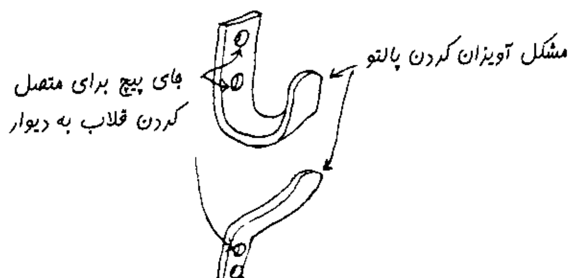
می‌خواهیم وسیله‌ای طراحی کنیم که مدیر این مؤسسه بتواند پالتوی خود را از آن آویزان کند

مشخصات فنی

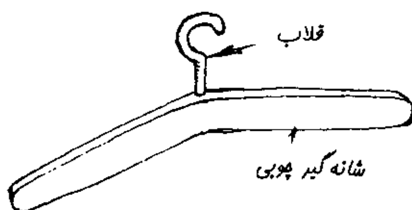
- وسیلهٔ مورد نظر باید قابل حمل باشد و بتوان آن را در کیف دستی قرار داد
- باید ایمن باشد
- باید محکم باشد
- حجم آن نباید زیاد باشد
- باید تاشو باشد
- نباید زنگ بزند

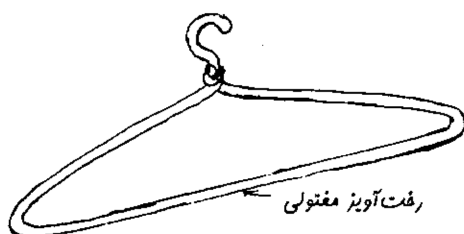
تحلیل و تحقیق

۱. برای آویزان کردن پالتو از چه وسایلی استفاده می‌شود؟
۲. عرض شانهٔ پالتو چقدر است و با طول رفت‌آویز چه رابطه‌ای دارد؟
۳. آیا پالتو را باید به قلاب آویزان کرد یا روی رفت‌آویز گذاشت؟



۱. رفت‌آویزهای موجود





۲. عرض شانهٔ پالتوی بزرگسالان بین ۳۸۰mm و ۴۶۰mm است.

۳. برای جلوگیری از چروک شدن پالتو باید از رفت‌آویز استفاده کرد.

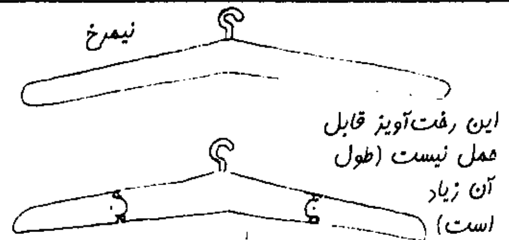
اگر پالتو از رفت‌آویز خوب آویزان شود و چروک نشود، چگونه می‌توان رفت‌آویزی طراحی کرد و ساخت که از عهدهٔ این کار برآید و در عین حال سبک، قابل حمل، تاشو، زنگ‌نزن و ایمن باشد؟

رفت‌آویز را از چه ماده‌ای باید ساخت؟ ماده‌ای سبک؛ مانند پلاستیک یا آلومینیم. آهن زنگ می‌زند، بنابراین خیلی مناسب نیست مگر پوششکاری شود.

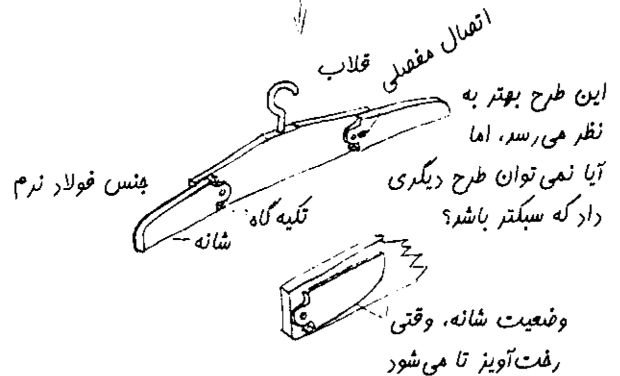
مجری :	رفت‌آویز	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ـ۷ مثال ۲: موقعیت، خلاصهٔ طرح، مشخصات فنی، تحلیل و تحقیق.

خلق ایده

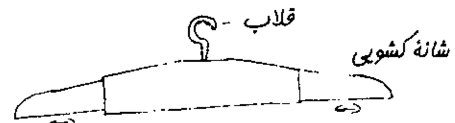


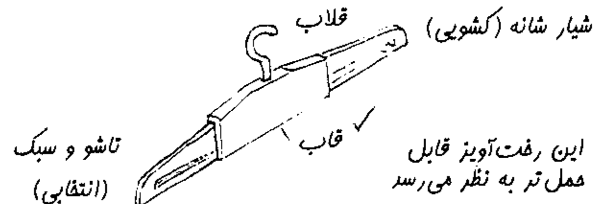
این رفت‌آویز قابل حمل نیست (طول آن زیاد است)



این طرح بهتر به نظر می‌رسد، اما آیا نمی‌توان طرح دیگری داد که سبکتر باشد؟

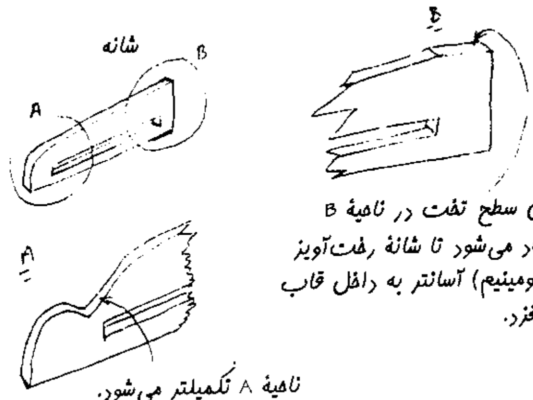
وضعیت شانه، وقتی رفت‌آویز تا می‌شود





این رفت‌آویز قابل حمل‌تر به نظر می‌رسد

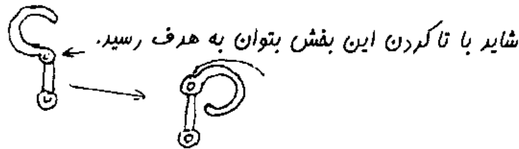
تکمیل ایدهٔ انتخابی



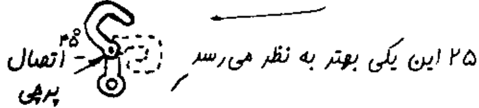
این سطح تخت در ناحیهٔ B ایجاد می‌شود تا شانهٔ رفت‌آویز (آلومینیم) آسانتر به داخل قاب بلغزد.

ناحیهٔ A تکمیلتر می‌شود. از این فرورفتگی می‌توان برای آویزان کردن کراوات یا کلاه استفاده کرد

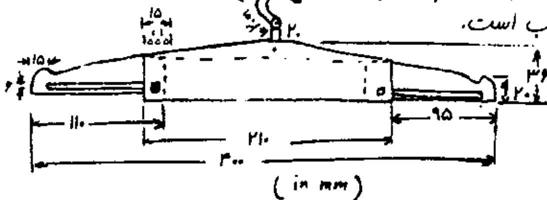
چرا قلاب رفت‌آویز را تاشو نسازیم؟ چگونه می‌توان این کار را انجام داد؟ می‌توان برای آن لولا گذاشت، اما در کجا؟



چرا از قلاب دیگری استفاده نکنیم که از این یکی زیباتر باشد؟



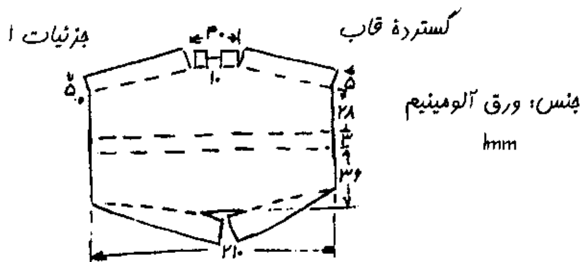
طول رفت‌آویز در هنگام استفاده از آن چقدر باید باشد؟ با توجه به تحقیق انجام‌شده، رفت‌آویزی به طول ۴۰۰mm برای آویزان کردن هر پالتویی مناسب است.

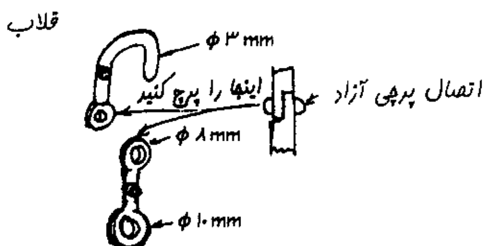


ضخامت شانهٔ رفت‌آویز: ۳mm. جنس: آلومینیم

قاب رفت‌آویز چه شکلی باید باشد؟

نقشهٔ اجرایی





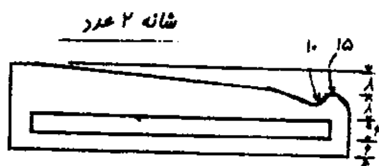
کشویی که شانهٔ رفت‌آویز روی آن می‌لغزد تا به داخل قاب برود. جنس: آلومینیم

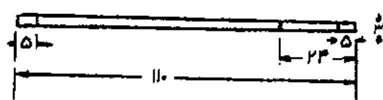
مجری :	رفت‌آویز	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ـ۸ مثال ۲: خلق ایده، تکمیل ایدهٔ انتخابی و نقشهٔ اجرایی.

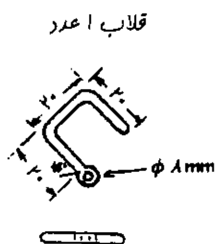
قاب ۱ عدد ⑤

خط خمکاری

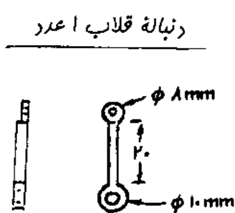




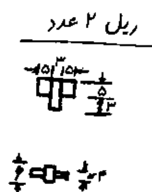
قلاب ۱ عدد



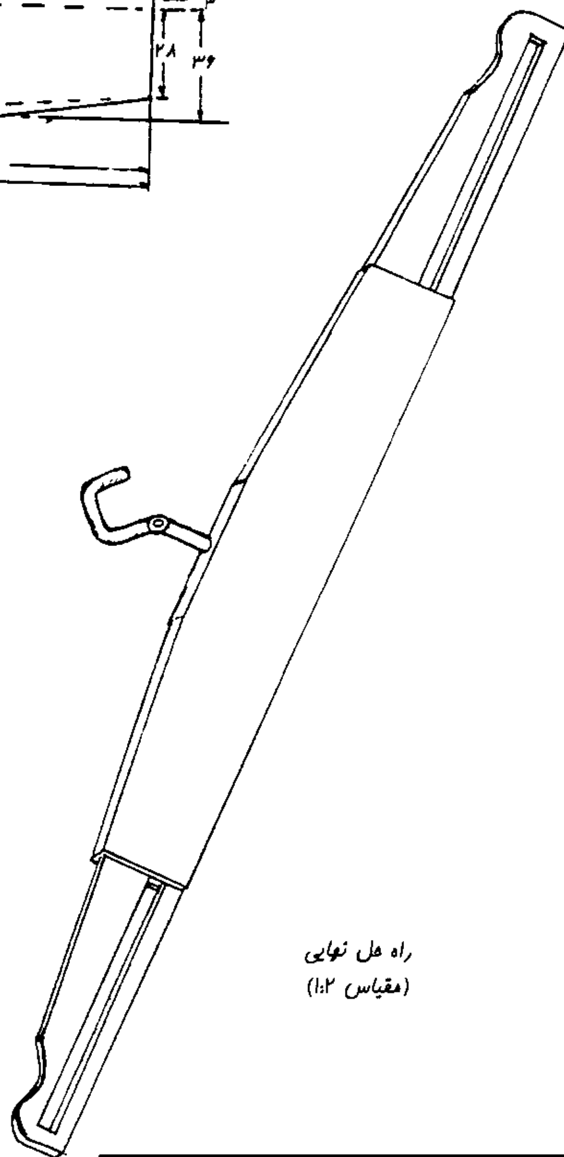
دنبالهٔ قلاب ۱ عدد



ریل ۲ عدد



یادداشت : همهٔ ابعاد به mm



ردیف	نام	تعداد	ابعاد	جنس	پرداخت
۵	ریل	۲	۱۲ × ۱۲ × ۶	آلومینیم	صیقل‌خورده
۴	دنبالهٔ قلاب	۱	۴۰ × ϕ۳	آلومینیم	صیقل‌خورده
۳	قلاب	۱	۸۰ × ϕ۳	فولاد نرم	صیقل‌خورده
۲	شانه	۲	۱۱۵ × ۳۰ × ۳	آلومینیم	صیقل‌خورده
۱	قاب	۱	۲۱۵ × ۱۰۰ × ۱	آلومینیم	صیقل‌خورده

فهرست برشکاری

مجری :	رفت‌آویز	کلاس :	تاریخ :

شکل ۱۴ـ۹ مثال ۲: نقشهٔ اجرایی و فهرست برشکاری.

موقعیت: بانوی مسنی، پیش از باز کردن کامل در، از لای در میهمانان رانگاه می‌کند تا اگر غریبه بودند آنها را راه ندهد.

خلاصهٔ طرح: وسیله‌ای طراحی کنید که بتوان آن را روی دیوار نصب کرد، به طوری که وقتی این خانم از لای در بیرون را نگاه می‌کند، کسی نتواند در را به زور باز کند.

مشخصات فنی:

وسیلهٔ مورد نظر باید:

۱ به آسانی قابل استفاده باشد

۲ ایمن باشد

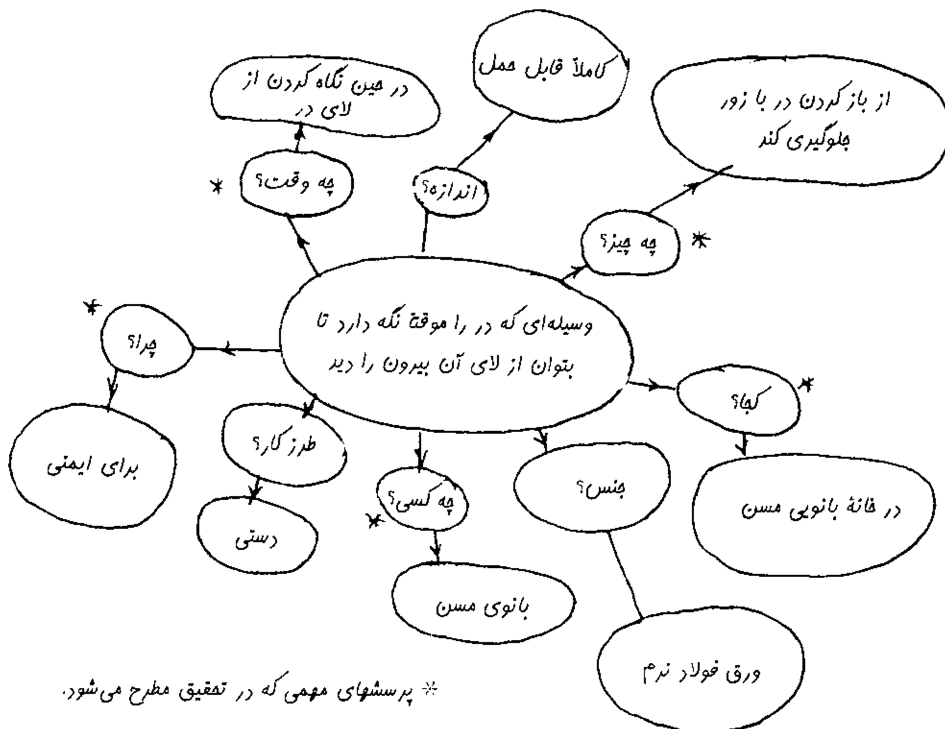
۳ به اندازهٔ کافی سبک باشد

۴ به اندازهٔ کافی محکم باشد

۵ فلزی باشد

۶ با جابه‌جا شدن در دسترس‌پذیر باشد

تحقیق:



شکل ۱۴ـ۱۰ مثال ۳: موقعیت، خلاصهٔ طرح، مشخصات فنی و تحقیق.

۵. **خلق ایده‌ها:** ایده‌هایی که در کمک به یافتن راه‌حل مسئله مفید به نظر می‌رسند، به صورت یادداشت و طرح ساده ثبت شده‌اند. یکی از ایده‌ها انتخاب شده است (شکل ۱۴-۱۱).

۶. **تکمیل ایدهٔ انتخابی:** این موضوع را به تفصیل شرح نداده‌ایم، اما ایدهٔ انتخابی، نسبت به بقیهٔ ایده‌ها تکمیل شده است.

۷. **نقشه اجرایی:** فقط نقشهٔ تفصیلی نشان داده شده است، اما چون روی این نقشه همهٔ ابعاد مشخص شده است، در کارگاه قطعه به آسانی ساخته شد (شکل ۱۴-۱۲).

۸. **آزمون / ارزیابی:** مانند مثالهای دیگر، پروژه آزموده و ارزیابی شد (این مرحله از بخشهای ضروری فرایند طراحی است):

- «نصب این وسیله روی در هیچ مشکلی ایجاد نکرد».
- «استفاده از این وسیله (یعنی قفل دزدایمن) آسان بود».
- این وسیله محکم بود و نیروی انسان برای شکستن آن کافی نبود».
- «استفاده از آن در کمال ایمنی انجام شد».

هزینهٔ اجرای هر یک از پروژه‌ها را نیز باید بررسی کرد تا میزان سود تعیین شود.

پروژه‌هایی که باید انجام دهید

در انجام این پروژه‌ها، باید مراحل ذکرشده در مثالهای بالا را طی کنید.

پروژهٔ ۱

ساکنان شهر و روستا ضرورت تولید بیشتر مواد غذایی را، به منظور جبران کمبود این مواد، دریافته‌اند: در نتیجه در بسیاری از خانه‌های شهری و روستایی باغچه‌هایی به این امر اختصاص یافته است. لزوم کمک به این تولیدکنندگان پاره‌وقت مواد غذایی و میوه، در جهت تهیهٔ وسایل کشاورزی ارزان‌قیمت، که بتوانند چند کار مختلف انجام دهند، حس می‌شود.

ابزار یا وسیله‌ای طراحی کنید و بسازید که بتوان برای حفر سوراخ، کرت‌بندی و غیره از آن استفاده کرد. این ابزار باید:

۱. با دست کار کند؛
۲. بیش از یک کار انجام دهد؛
۳. بتوان آن را به آسانی پیاده و تعمیر کرد؛
۴. بادوام باشد؛
۵. ایمن باشد.

پروژهٔ ۲

پرورش ماکیان، به ویژه برای خویش‌فرمایان، کار پرسودی است. مالک یک مرغداری کوچک از شما می‌خواهد که تعدادی دانخوری برای مرغهایش طراحی کنید.

با استفاده از داده‌های زیر این دانخوریها را طراحی کنید و بسازید:

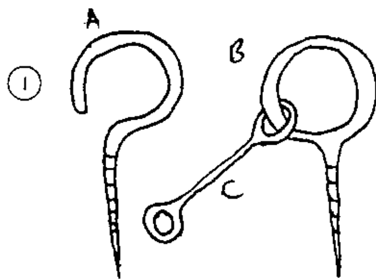
۱. دانخوری باید از ماده‌ای غیرخورنده ساخته شود.
۲. باید بادوام باشد.
۳. باید مقدار دان را تنظیم کند.
۴. باید روزنه‌ای داشته باشد تا بتوان دان را از آنجا وارد کرد.
۵. مرغها باید همیشه به دان دسترسی داشته باشند.

پروژهٔ ۳

کارگران معمولاً پس از یک روز کار سخت، خسته می‌شوند. گاهی به دلیل نداشتن صندلی مناسب برای استراحت در خانه، گذراندن اوقات استراحت برای آنها دشوار می‌شود. طراحی یک صندلی چندمنظوره مورد نظر است.

وسیله‌ای طراحی کنید و بسازید که بتوان به صورت صندلی از آن استفاده کرد و در موقع نیاز آن را به تختخواب تبدیل کرد.

خلق ایده‌ها

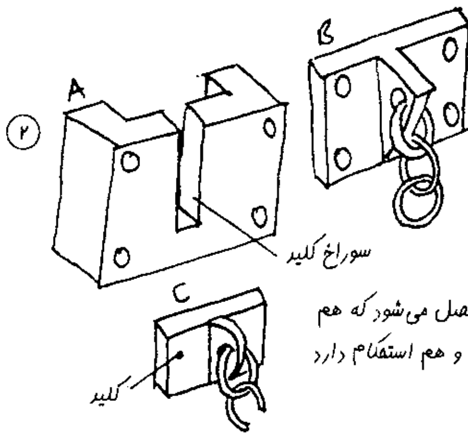


A و B ، به‌ترتیب، روی در و چارچوب نصب می‌شوند. در هنگام نگاه کردن از لای در، C با A جفت می‌شود.

ملاحظات:

اگر از بیرون به در فشار وارد کنند، A و B به آسانی بیرون کشیده می‌شوند.

C خیلی انعطاف‌ناپذیر است.



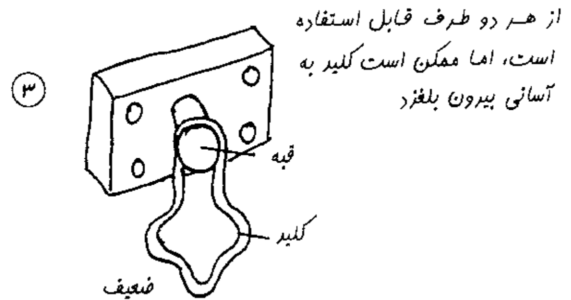
A و B ، به‌ترتیب، روی در و چارچوب نصب می‌شوند.

ملاحظات:

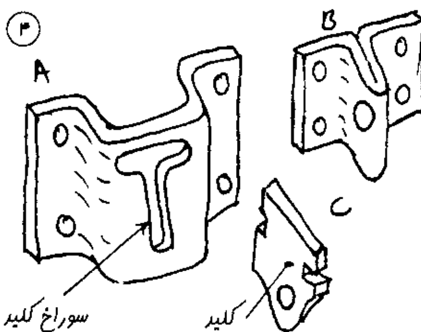
۱ در صورت فشار آوردن، کلید از سوراخ کلید بیرون می‌لغزد

۲ ساخت این وسیله مستلزم انجام مقدار زیادی ماشینکاری است که ممکن است بر تولید انبوه اثر بگذارد

C با زنجیر به B متصل می‌شود که هم انعطاف‌پذیر است و هم استحکام دارد



از هر دو طرف قابل استفاده است، اما ممکن است کلید به آسانی بیرون بلغزد

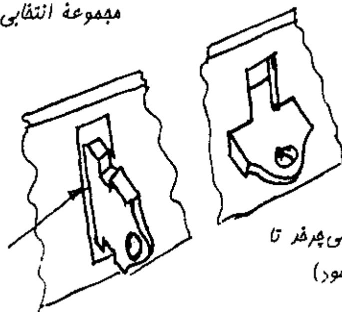


مجموعهٔ انتخابی

انواع زنجیر

ایدهٔ انتخابی

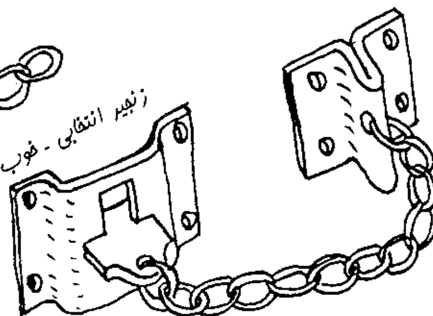
زنجیر انتخابی ـ خوب به نظر می‌رسد



کلید (در سوراخ کلید می‌چرخد تا بهتر در آن جای‌گیر شود)

انتخابی

کلید (قرار گرفته در سوراخ کلید)



وسیلهٔ سوارشده

مجری :	
تاریخ :	کلاس :

شکل ۱۴ـ۱۱ مثال ۳: خلق ایده‌ها.

نقشهٔ اجرایی ـ تفصیلی

قطعهٔ ۱

قطعهٔ ۲

قطعهٔ ۳

قطعهٔ ۴

مقیاس ندارد

ردیف	نام	تعداد	جنس	ابعاد
۴	زنجیر	۱	H.C.S	طول استاندارد
۳	کلید	۱	فولاد نرم	۳۰ × ۳۰ × ۵mm
۲	زنجیرگیر	۱	فولاد نرم	۳۵ × ۸۵ × ۳mm
۱	سوراخ کلید	۱	فولاد نرم	۴۵ × ۷۰ × ۳mm

فهرست برشکاری

مجری :

تاریخ :   کلاس :

شکل ۱۴ـ۱۲ مثال ۳: نقشهٔ اجرایی و فهرست برشکاری.

۱. این وسیله باید از ماده‌ای بادوام ساخته شود.
۲. نشیمن و پشتی آن را باید از حصیر، نخ نایلونی (یا مواد مشابه) بافت یا تشک‌دوزی کرد.
۳. باید به اندازهٔ کافی محکم باشد که بتواند وزن یک انسان متوسط را تحمل کند.
۴. باید بتوان آن را به آسانی تا کرد تا از صندلی به تختخواب تبدیل شود یا بتوان آن را بسته‌بندی کرد.

پروژهٔ ۴

بخش بزرگی از محصول باغهای مرکبات، به دلیل نبودن بازار، از بین می‌رود. در نتیجه درآمد سالانهٔ مالکان این باغها به شدت کاهش می‌یابد. برای کمک به حل این مشکل می‌خواهیم مرکبات را فراوری کنیم تا قابل نگهداری شوند و در هنگام وجود تقاضا در بازار، آنها را به بازار عرضه کنیم. وسیله‌ای برای گرفتن آب این میوه‌ها طراحی کنید و بسازید.

این وسیله باید:

۱. با دست کار کند؛
۲. طوری ساخته شود که دانه‌های مرکبات را خرد نکند؛
۳. در هنگام کار پایدار باشد؛
۴. بادوام باشد؛
۵. در برابر اسید موجود در آب میوه مقاومت کند و خورده نشود؛
۶. زیبا باشد.

پروژهٔ ۵

در نواحی شهری کمبود مسکن شدید است. در نتیجه بعضی از کارگران ناچارند اتاق تکی اجاره کنند. به سبب کمبود جا

در این اتاقها، ساکنان آنها با مشکل نگهداری اثاثه‌ای مواجه‌اند که مورد نیاز فوری نیستند.

می‌خواهیم یک میز نهارخوری طراحی کنیم که وقتی به آن نیاز نداریم بتوان آن را تا کرد.

۱. چهار نفر باید بتوانند سر این میز بنشینند.
۲. باید پایدار باشد.
۳. وقتی تا می‌شود نباید زیاد جا بگیرد.
۴. باید زیبا باشد.

پروژهٔ ٦

پیرمردی که مالک و رانندهٔ یک تاکسی است و این تاکسی تنها منبع درآمد اوست، تعویض فیلتر روغن را دشوار می‌یابد. او برای باز کردن این فیلتر از «قلم» استفاده می‌کند. در نتیجه مشکلات زیادی برای او پیش می‌آید زیرا ناچار است این کار را به طور منظم انجام دهد. بنابراین باید به این پیرمرد و افراد دیگری که مشکل مشابهی دارند کمک کرد.

وسیله‌ای برای باز کردن آسان فیلتر روغن طراحی کنید و بسازید. این وسیله باید:

۱. به فیلتر روغن آسیب نرساند؛
۲. قابل حمل باشد؛
۳. بادوام باشد؛
۴. در برابر خوردگی مقاوم باشد؛
۵. قابل تنظیم باشد تا بتوان فیلترهایی با اندازه‌های مختلف را با آن باز کرد.

■ مرور مطالب این فصل

● مؤسسات اقتصادی به توزیع کالاها و خدمات می‌پردازند. دو بخش مهم اقتصادی عبارت‌اند از بخش خصوصی و بخش دولتی که، به ترتیب، اشخاص خصوصی و دولت مالک آنها هستند.

● مؤسسات صنعتی با تولید و فراوری مواد اولیه سر و کار دارند. بخش ساختمان نیز جزء مؤسسات صنعتی است.

● مؤسسات بازرگانی به خرید و فروش فراورده‌های مختلف می‌پردازند. از جملهٔ این مؤسسات می‌توان به فروشگاههای تک‌مالک، فروشگاههای بزرگ، فروشگاههای زنجیره‌ای و عمده‌فروشیها اشاره کرد.

● مؤسسات خدماتی نوعی خدمت (مثلاً حمل‌ونقل، بانکداری، بیمه) به جامعه ارائه می‌دهند.

● مؤسسات تک‌مالک (کوچک) در مالکیت یک نفر است و معمولاً همین مالک مدیر مؤسسه نیز هست (مثلاً می‌توان از مؤسسات بازرگانی، تهیهٔ غذا، تهیهٔ مسکن و غیره نام برد). مالک مؤسسه رأساً برای ادارهٔ آن تصمیم‌گیری می‌کند و مؤسسه را به صورت مؤثری در کنترل دارد، اما ممکن است وقت کافی برای انجام همهٔ کارهای ضروری برای ادارهٔ امور مؤسسه نداشته باشد.

● اگر دو یا چند نفر با هم توافق کنند که مؤسسه‌ای را به صورت شریکی تأسیس کنند، می‌توانند مهارت، تجربه، دانش و پول خود را روی هم بریزند. در این مؤسسات، کشمکش بین افراد مشکل بالقوه‌ای است که در ادارهٔ مؤسسه اثر منفی دارد.

● برای تأسیس یک مؤسسه، نخستین کاری که باید انجام داد طرح‌ریزی فعالیتی است که باید در آن مؤسسه انجام شود. اهدافی که پس از تحلیل وضعیت (نیاز به تأسیس چنین مؤسسه‌ای) فرمول‌بندی می‌شوند، به تعیین خط‌مشی مؤسسه کمک می‌کنند.

● پیش‌بینی (درنظرگرفتن رویدادهایی که احتمالاً در آینده، کوتاه‌مدت و بلندمدت، رخ می‌دهند) یکی دیگر از عاملهای اساسی است که پس از تعیین خط‌مشی، باید آن را به حساب آورد.

● اقدام به تولید یا خرید و فروش کالاها و ارائهٔ خدمات، بدون بررسی بازار، به منظور تعیین کالاها و خدمات مورد تقاضا که باید عرضه شوند، کار عاقلانه‌ای نیست.

● تصمیم نهایی برای آغاز هر فعالیت اقتصادی، پس از در نظر گرفتن اهداف، پیش‌بینی و بررسی بازار گرفته می‌شود.

● فرایند طراحی که در بخش دوم این فصل شرح داده شد، به هنرجو نشان می‌دهد که چگونه می‌تواند وسایل مورد نیاز

مردم را طراحی کند و بسازد.

تمرین و پرسش

۱. الف) تفاوت بین بخش خصوصی و بخش دولتی در چیست؟

ب) مؤسسات بخشهای خصوصی و دولتی چگونه دسته‌بندی می‌شوند؟

۲. مالک تنها کیست؟ چند مزیت حاصل از تک‌مالکی را نام ببرید.

۳. چگونه می‌توان فعالیت اقتصادی را شروع کرد؟

۴. فرض کنید تصمیم گرفته‌اید که به اتفاق دو نفر از همکلاسیهای خود، پس از پایان دورهٔ هنرآموزی، فعالیتی اقتصادی را شروع کنید. مزایا و معایب چنین اقدامی را شرح دهید.

پاسخ به پرسشها و چند نکته دربارهٔ پاسخگویی

مقدمه

در این بخش پاسخ همهٔ پرسشهای انتهای فصلهای مختلف کتاب ارائه می‌شود. همواره سعی کنید پیش از رجوع به این بخش، پاسخ پرسش یا تمرین را پیدا کنید. بدین ترتیب موضوع را بهتر می‌فهمید و پاسخگویی به پرسشها را تمرین می‌کنید .اگر از پاسخ خود مطمئن نیستید، بخش یا فصل مربوط به آن پرسش را مرور کنید. باید بفهمید که هر پرسش چرا این پاسخ خاص را دارد، تا بتوانید از قوهٔ درک خود برای پاسخ دادن به پرسشهای مشابهی که در امتحانات یا تکلیفهای درسی مطرح می‌شود، استفاده کنید.

این کتاب شامل انواع تمرین و پرسش است. انواع پرسشهایی را که ممکن است مطرح شود و الگوی آنها را پیدا کنید. در صورت امکان پرسشهای امتحانات گذشته را تهیه کنید و به آنها جواب دهید. بعضی از پرسشهای کتاب، به پاسخهای طولانیتری نیاز دارند. چند نکته در مورد نحوهٔ پاسخ دادن به این پرسشها و مطالبی که باید در پاسخ خود بگنجانید ارائه کرده‌ایم. سعی کنید این پرسشها را به طور کامل پاسخ دهید و سپس این بخش را وارسی کنید تا ببینید که آیا همهٔ مطالب لازم را در پاسخ خود گنجانده‌اید یا نه.

برای مرور سریع هر فصل می‌توانید به بخش «مرور مطالب این فصل» در پایان هر فصل و اصطلاحات مهم در پایان کتاب رجوع کنید.

چند نکته در مورد پاسخگویی به پرسشها در امتحان یا برای انجام تکلیف

- پیش از شروع پاسخگویی، همهٔ پرسشها را به دقت بخوانید. باید مطمئن شوید که فهمیده‌اید در هر پرسشی چه چیزی از شما خواسته شده است.
- وقتی را که برای پاسخ دادن به هر پرسش صرف خواهید کرد، تعیین کنید. به عنوان راهنما می‌توانید از نمرهٔ آن پرسش استفاده کنید: هر چه نمرهٔ پرسشی بیشتر باشد، می‌توانید وقت بیشتری برای پاسخ دادن به آن صرف کنید.
- اگر می‌توانید از بین پرسشها، چند پرسش را برای پاسخگویی انتخاب کنید، سعی کنید از ابتدا انتخاب درستی انجام دهید و تا پایان امتحان نظر خود را عوض نکنید.
- مطمئن شوید که نمرهٔ همهٔ پرسشهای «آسان» را می‌گیرید. وقت زیادی را صرف پاسخ دادن به پرسشی نکنید که آن را دشوار می‌یابید. این پرسش را کنار بگذارید؛ اگر همهٔ پرسشهای دیگر را پاسخ دادید و وقت اضافه آوردید، دوباره به سراغ آن بروید.
- حواستان به وقت باشد. مراقب باشید که پرسشی را جا نیندازید.
- پاسخها را، خواه نوشتنی باشند و خواه ترسیمی، تمیز و واضح ارائه کنید. کسی که ورقه را تصحیح می‌کند باید بتواند پاسخهای شما را به راحتی دنبال کند.
- مقداری از وقت خود را برای وارسی پاسخها و اصلاح آنها اختصاص دهید.
- در کار عملی، با مرور پرسش پیش از شروع به کار، کاملاً مطمئن شوید که از شما چه خواسته‌اند. همهٔ دستورالعملها را به دقت دنبال کنید.

فصل ۱

۱. برای جلوگیری از وقوع حوادث باید این مقررات را اجرا کرد.

۲. همهٔ مواد، ابزارها و تجهیزات را باید در جای مناسب قرار داد.

۳. الف) قطعه‌کار را محکم به سه‌نظام ببندید.

ب) وقتی ماشین در حال کار است، سعی نکنید آن را

تنظیم کنید.

ج) قطعه‌کار را محکم به گیره ببندید.

د) از عینک و محافظ چشم استفاده کنید.

۴. گیره را باید با پیچ‌مهره روی میز ماشین نصب کنید و قطعه‌کار را محکم به آن ببندید.

۵. الف) ممکن است تکه‌هایی از فلز کنده شود و به کارگر یا کسانی که در اطراف او هستند آسیب برساند.

ب) شکل ۱ـ۲ را ببینید.

فصل ۲

۱. فلزات آهنی آهن دارند؛ فلزات غیرآهنی ندارند.

۲. کوره بلند.

۳. سنگ آهن.

۴. منیتیت، هماتیت، لیمونیت و سیدریت.

۵. سنگ آهک را به بار کوره بلند اضافه می‌کنند تا به عنوان گدازآور با ناخالصیهایی مانند گوگرد و سیلیسیم ترکیب شود و سرباره تشکیل دهد.

٦. با استفاده از کورهٔ پودلاژ که بار اصلی آن چدن خام است.

۷. الف) اساس کار کنورتر بسمر یا کورهٔ اجاق باز را شرح دهید و مواد اولیه‌ای را که به عنوان بار در آن می‌ریزند نام ببرید.

ب) شکلهای ۲ـ۵ و ۲ـ۶ را ببینید.

۸. الف) بخش عمدهٔ کربن آن به صورت پولکهای گرافیت است (یعنی با آهن ترکیب شیمیایی تشکیل نداده است).

ب) کربن آن با آهن ترکیب شده و کاربید آهن تشکیل می‌دهد.

ج) چدن سفیدی است که تابکاری شده است.

۹. الف) توانایی مقاومت در برابر خراشیدگی و سایش.

ب) قابلیت برای کشیده شدن در حالت سرد، بدون گسیخته شدن.

ج) گسیخته شدن بدون نشانهٔ قبلی.

د) قابلیت چکش خوردن یا نورد شدن، بدون گسیخته شدن.

۱۰. الف) آهن و کربن

ب) فولاد کم‌کربن: ۱۸ر۰ـ۰ درصد کربن؛ مناسب برای پرسکاری عمیق. فولاد نرم: ۳ر۰ـ۲ر۰ درصد کربن؛ مناسب برای کارهای سازه‌ای و کارگاهی. فولاد کربن‌متوسط: ۶ر۰ـ۴ر۰ درصد کربن؛ مناسب برای ساختن سر چکش، قالب پرچکاری. فولاد پرکربن: ۴ر۱ـ۷ر۰ درصد کربن؛ مناسب برای ساختن ابزارهای برش (مثلاً قلم سردبُر و مته).

۱۱. الف) آماده کردن آنها برای ساختن مصنوعات مختلف.

ب) میله قطعهٔ فلزی طویل است. صفحه نوعی ورق فلزی با سطوح هموار است. لوله استوانه‌ای توخالی است. شمشه، میلهٔ فلزی ضخیم است که از تغییر شکل دادن شمش حاصل می‌شود. شمشال، میلهٔ فلزی کوچکتر از شمشه است و از تغییر شکل دادن آن به دست می‌آید.

۱۲. الف) بهبود خواص.

ب) نیکل سختی و استحکام را افزایش می‌دهد. کروم سختی را افزایش می‌دهد. تنگستن سختی را افزایش می‌دهد.

۱۳. عملیات گرمایی: فولادها را نرم می‌کند؛ فولادها را سخت می‌کند؛ تنشهای داخلی فولاد را می‌گیرد و آن را چقرمه می‌سازد؛ پوسته‌ای سخت روی آن ایجاد می‌کند.

۱۴. ساختار آن تغییر می‌کند؛ کربن با آهن محلول تشکیل می‌دهد.

۱۵. باید آن را تابکاری کنیم؛ در این فرایند فولاد تا بالای دمای بحرانی بالایی گرم و سپس آهسته، در کوره یا در ماسه، سرد می‌شود.

فصل ۳

۱. فلزات آهنی، آهن دارند؛ فلزات غیرآهنی ندارند.

۲. آلومینیم، سرب، مس، سلولوئید، نایلن.

۳. عینک جوشکاری: استات سلولوز. توپ پینگ‌پنگ: سلولوئید. زیپ: نایلن. چمدان: آکریلونیتریل بوتادین استیرن.

۴. الف) مس رنگ صورتی مایل به قهوه‌ای دارد و نقطهٔ ذوب آن $1080^{\circ}C$ است. از این فلز برای تهیهٔ سیم برق، سر هویه، پرچ، ظروف مختلف و آلیاژسازی استفاده می‌شود.

ب) آلومینیم رنگ خاکستری روشن دارد، نرم و شکلپذیر و رسانای خوب گرما و الکتریسیته است. این فلز در برابر خوردگی مقاوم است. در ساختن وسایل خانگی به کار می‌رود؛ از جمله کاربردهای آن می‌توان به ساخت فویل برای بسته‌بندی مواد غذایی، چارچوب در و پنجره، پوشش بام و غیره اشاره کرد.

ج) رنگ قلع سفید نقره‌ای است، این فلز نرم و چکشخوار، اما ضعیف است. از این فلز برای ساخت حلبی و نیز در آلیاژسازی استفاده می‌شود.

د) رنگ روی سفید مایل به آبی است و در $420^{\circ}C$ ذوب می‌شود. از این فلز بیشتر برای گالوانیزه کردن فولاد نرم استفاده می‌شود.

۵. الف) برنج آلیاژ **مس** و **روی** است.

ب) برنز آلیاژ **مس** و **قلع** است.

ج) از روی برای **گالوانیزه‌کردن فولاد** استفاده می‌شود.

د) نقطهٔ ذوب قلع پایین و برابر $232^{\circ}C$ است.

۶. وزن کم؛ مقاومت شیمیایی خوب؛ به آسانی بریده می‌شوند و شکل می‌گیرند؛ در رنگهای مختلف موجودند. کاربردهای متداول آن عبارت‌اند از طراحی و ساخت ظروف حاوی مواد شیمیایی (مانند باتری اتومبیل)، و وسایل قابل حمل (مثلاً ظرف تخم‌مرغ). استفاده از آنها صرفهٔ اقتصادی دارد زیرا به پرداختکاری سطح نیاز ندارند.

فصل ۴

۱. جنس ابزارها، اجزاء و نحوهٔ استفاده از آنها را شرح دهید (به بخش مربوط به هر ابزار رجوع کنید).

۲. شرحی را که ارائه می‌دهید با ترسیم شکل گویاتر کنید.

۳. منظور گیر کردن براده در میان آج سوهان است. با مالیدن گچ روی سوهان می‌توان از آن جلوگیری کرد.

۴. الف) ۱۴ تا ۱۸ دندانه در 25mm: بریدن مواد نرم و مقاطع بزرگ. ۲۴ دندانه در 25mm: مقاطع توپر کوچک (۳ تا 6mm). ۳۲ دندانه در 25mm: مقاطع با ضخامت کمتر از 3mm.

ب) شکل ۴ـ۸ را ببینید.

۵. با استفاده از شکلهای ۴ـ۱۱، ۴ـ۱۲ و ۴ـ۱۳، تفاوت بین این سه روش را شرح دهید.

۶. قلاویز 12mm و دسته‌قلاویز آن را تهیه می‌کنیم. قطعه‌کار را به گیره می‌بندیم. قلاویز پیشرو را به کار می‌گیریم و اولین رزوه را ایجاد می‌کنیم و روی سوراخ آب‌صابون می‌ریزیم تا براده‌ها از آن خارج شوند و اصطکاک کاهش یابد. سپس قلاویزهای وسطرو و پسرو را به کار می‌بریم. آن‌گاه قطعه‌کار را از گیره باز و تمیز می‌کنیم.

۷. الف) خزینه‌زنی. با مته سوراخی ایجاد می‌کنیم. یک طرف سوراخ را، تا عمق معین، با مته‌خزینه گشاد می‌کنیم.

ب) پیشانی‌تراشی موضعی. با مته سوراخی ایجاد می‌کنیم. با استفاده از مته‌ای که قطر آن معادل با قطر دهانهٔ مورد نظر است، یک سر آن را گشاد می‌کنیم.

۸. الف) صفحهٔ گونیا قطعه‌کار را، در حین نشانه‌گذاری با سوزن‌خط‌کش پایه‌دار، نگه می‌دارد. شکل ۴ـ۴۱ را ببینید.

ب) از سوزن خط‌کشی پایه‌دار همراه با صفحهٔ صاف استفاده می‌شود تا اندازه‌ها را به قطعه‌کار انتقال دهند.

ج) گونیای جناغی تکیه‌گاه قطعه‌کار استوانه‌ای در هنگام آزمون، نشانه‌گذاری و غیره است.

۹. عدد کل حداکثر روی پوسته را بیابید؛ تقسیمات فرعی روی پوسته و طبلک را به آن اضافه کنید (شکل ۴ـ۵۲ را ببینید).

۱۰. الف) انطباق تداخلی: قطر حداقل محور از قطر حداکثر سوراخ بیشتر است.

ب) انطباق گذرا: قطر حداکثر محور باید از قطر حداقل سوراخ بیشتر، و قطر حداقل محور از قطر حداکثر سوراخ کمتر باشد.

ج) انطباق آزاد: قطر حداکثر محور باید از قطر حداقل سوراخ کمتر باشد.

۱۱. از شابلون سوراخ برای وارسی قطر سوراخهای ایجادشده با مته (شکل ۴ـ۵۸) و از ضخامت‌سنج برای وارسی اندازهٔ ورق (شکل ۴ـ۵۹) استفاده می‌شود.

۱۲. نقشهٔ اجرایی باید شامل نقشه‌های تفصیلی، نماهای مهندسی، نماهای بازشده و فهرست قطعات باشد.

فصل ۵

۱. شکلهای ۵ـ۱۲، ۵ـ۸ و ۵ـ۱۰ را ببینید.
۲. آنها را قلمهای گرم و سرد می‌نامند. زاویهٔ نوک قلم گرم °۳۰ است؛ این قلمها نازکترند و فلزات را در حالت گرم برش می‌دهند. زاویهٔ نوک قلم سرد °۶۰ است و از آن برای بریدن فلزات سرد استفاده می‌کنند (شکل ۵ـ۹ الف و ب).
۳. برای جلوگیری از ایجاد جراحات مرگبار.
۴. در چاق‌سازی ضخامت مقطع را افزایش می‌دهند و در نتیجه طول قطعه کاهش می‌یابد. هموارسازی فرایندی است که روی سطوح تخت انجام می‌شود تا آثار چکش‌کاری از روی آنها حذف شود.
۵. منابع سوخت و نحوهٔ روشن کردن آتش را شرح دهید. فنون تمیزکاری کوره را بیان کنید.
٦. نقشهٔ اجرایی قطعهٔ مورد نظر را تهیه کنید و آن را در کارگاه بسازید.
۷. با استفاده از فرایند طراحی، مصنوعی را طراحی کنید و بسازید که ساخت آن شامل کاهش مقطع، لاغرسازی، چاق‌سازی، پیچاندن و خمکاری باشد. نشان دهید که هر یک از این مهارتها را چگونه می‌توان کسب کرد.

فصل ٦

۱. درزی است که پرچکاری، لحیمکاری یا جوشکاری نمی‌شود. این درزها را می‌توان به آسانی آماده کرد و در هر زمان برای تعمیرات باز کرد.
۲. فرایندهای ایجاد این نوع درز، از جمله آماده کردن آن پیش از «کوبیدن» را شرح دهید (شکل ۶ـ۹ را ببینید).
۳. به متن کتاب و بعضی از بخشهای شکل ۶ـ۹ رجوع کنید.
۴. فهرست همهٔ ابزارها و فرایندهای لازم را بنویسید (شکل ۶ـ۱۱ را ببینید).
۵. نحوهٔ تمیز کردن درز، پیش از لحیمکاری، را شرح دهید. همهٔ ابزارها، تجهیزات و مواد مورد نیاز را نام ببرید.
٦. پارگی، شکافت و بریدن (شکل ۶ـ۱۴).
۷. الف) طراحی باید شامل محاسبه براساس حجم مورد نیاز (یعنی ۲ لیتر)، و فرایندهای تولید با استفاده از پرچکاری، لحیمکاری و زردجوشکاری باشد.
ب) نحوهٔ گسترش قطعه را با ابعاد انتخابی خود شرح دهید (شکل ۶ـ۱۶ را ببینید). مواد توصیه شده برای ساخت عبارت‌اند از ورق آلومینیم، ورق فولاد گالوانیزه و غیره.

فصل ۷

۱. فلزکوبی یعنی شکل دادن ورق نازک با استفاده از چکش غیرفلزی، چکش و غیره.
۲. چون این فلزات شکلپذیر و چکشخوارند.
۳. الف) چکش‌کاری در امتداد تار چوب انجام می‌شود تا قطعه شکاف نخورد (شکل ۷ـ۱ را ببینید).
ب) برای چکش‌کاری قطعاتی با گودی کم، به منظور ساختن کاسه، سینی و غیره.
ج) برای شکل دادن قطعاتی مانند بشقاب (شکل ۷ـ۵ را ببینید).
۴. با تعبیهٔ درپوش برای حمام اسیدشویی از قرار گرفتن خود و دیگران در معرض فوران اسید و بخارهای اسیدی جلوگیری کنید.
۵. ابزارها و تجهیزات مورد استفاده برای هر یک از این فرایندها را مشخص کنید. نمونه‌ای از مصنوعاتی را که با استفاده از هر یک از این فرایندها تولید می‌شود نام ببرید (شکلهای ۷ـ۴، ۷ـ۵، ۷ـ۶ و ۷ـ۹ را ببینید).
٦. ابزارها و تجهیزات مورد نیاز را نام ببرید و فرایندهای مورد استفاده را شرح دهید (بخش مربوط به این مطلب را در متن کتاب ببینید).
۷. شکل ۷ـ۸ را ببینید.
۸. زردجوشکاری فرایندی است که در آن فلزاتی را که باید به هم متصل شوند گرم می‌کنند تا فلز پرکننده ذوب شود. لحیم نقره شبیه زردجوشکاری است؛ تنها تفاوت آنها در فلز پرکنندهٔ مورد استفاده است.
۹. فلز پرکننده را با توجه به عاملهای زیر انتخاب می‌کنند: فلزی که باید زردجوشکاری شود؛ طرح اتصال؛ دسترس‌پذیری و قیمت؛ جلوهٔ ظاهری؛ استحکام مورد نظر.
۱۰. به منبع گرمایی با دمای کم نیاز دارد. با گرم کردن دوباره،

می‌توان قطعات را از هم جدا کرد، بدون آنکه آسیبی به آنها برسد. مواد غیرهمجنس را می‌توان به هم متصل کرد (مثلاً سرامیک را می‌توان به آسانی به فولاد نرم زردجوشکاری کرد). میزان‌سازی مجدد کار آسانی است. آسیب کمتری به قطعات وارد می‌شود.

۱۱. به متن کتاب رجوع کنید و فرایند مناسب برای ساختن گلدان برنجی را مشخص کنید.

۱۲. برای طراحی و ساخت این جاشمعی، فرایند طراحی را به طور کامل، اجرا کنید.

۱۳. موضوع تمرین (قطعه‌کار دوتکه) را مشخص و نقشه‌های اجرایی آن را ترسیم کنید. این قطعه را ابتدا سیم‌بندی و سپس زردجوشکاری کنید.

فصل ۸

۱. برای حفاظت و ایجاد جلوهٔ ظاهری بهتر.

۲. نحوهٔ برطرف کردن خراشها را، ابتدا با سنبادهٔ نرم، سپس روی چرخ پرداخت و سرانجام، تمیزکاری با پنبهٔ بهداشتی، شرح دهید.

۳. لاک‌زنی شامل استفاده از ورنی یا لاک برای پوششکاری سطحی است که قبلاً صیقل خورده است؛ هدف از این عمل، حفاظت از سطح صیقل خورده است. با رنگ‌کاری قطعه‌ای تولید می‌شود که جلوهٔ ظاهری خوبی دارد و در برابر خوردگی مقاوم است. این فرایندها به هم شباهت دارند؛ تنها تفاوت آنها در این است که سطح صیقلی قطعهٔ لاک خورده دیده می‌شود، اما رنگ‌کاری مانع دیده شدن سطح صیقل خورده خواهد شد.

۴. الف) پایه‌ای برای رنگ‌کاری است، پوششی عایقی است، جنبهٔ تزئینی دارد و در برابر خوردگی مقاومت می‌کند.

ب) اسید کرومیک و اسید سولفوریک.

۵. الف) قطعه‌کار را صیقل بزنید.

ب) آن را در کوره یا روی اجاق گرم کنید تا رنگ آبی پدیدار شود.

ج) قطعه را از کوره در بیاورید و آن را در آب یا روغن سرد کنید.

۶. الف) استفاده از قلم‌مو، استفاده از پیستولهٔ رنگ‌پاش و فروبری در رنگ.

ب) به متن کتاب رجوع کنید.

ج) رنگ‌پاشی.

۷. به بخش مربوط به آب‌فلزکاری رجوع کنید (شکل ۸-۳) و تمرین مورد نظر را به کمک مربی خود انجام دهید.

۸. سینی آلومینیمی (شکل ۸-۴) را با ابعاد مناسب تهیه و آن را صیقل‌کاری کنید.

فصل ۹

۱. بیان عملی ایده‌ها به منظور ایجاد تغییر در آنچه انسان ساخته است.

۲. موقعیت: جایی که مشکلی وجود دارد. خلاصهٔ طرح: بیان مکتوب مشکل. تحلیل: فرایند کسب اطلاعات بیشتر در مورد مشکل. تحقیق: فرایند بررسی راه‌حلهای موجود و جویا شدن نظر دیگران در مورد اصلاح این راه‌حلها. فرمول‌بندی راه‌حلهای ممکن: تولید ایده‌ها یا راه‌حلهای ممکن. تکمیل ایده یا راه‌حل انتخابی: اصلاح راه‌حل یا ایده‌ای که به عنوان بهترین انتخاب شده است. آماده‌سازی نقشهٔ اجرایی ایده یا راه‌حل نهایی: تهیهٔ نماهای مهندسی از مجموعهٔ مصنوع یا سیستم، نقشهٔ تفصیلی قطعات آن، تهیهٔ فهرست مواد لازم برای ساخت و فراهم آوردن هر نوع اطلاعی که به ساخت مصنوع یا سیستم کمک کند.

۳. نقشهٔ اجرایی، مشخصات فنی و نمایش فنی.

۴. موقعیتی را که مشکل در آن مطرح است شرح دهید. مشکل را به صورت مکتوب بیان کنید (خلاصهٔ طرح). پرسشهایی را که مبنای تحلیل مسئله را تشکیل می‌دهند بیان کنید. شرایطی را که راه‌حل باید در آنها صدق کند (مشخصات فنی) شرح دهید.

۵. دست‌کم سه راه‌حل برای این مشکل پیشنهاد کنید. ساده‌ترین راه‌حلی را انتخاب کنید که مشخصات فنی را ارضا می‌کند. راه‌حل انتخابی را بررسی و بخشهای مختلف آن را اصلاح کنید. نقشهٔ پرسپکتیو یا ایزومتریک (هم‌مقیاس) آن را رسم کنید. نقشهٔ اجرایی آن را بکشید. فهرست مواد لازم

برای ساخت مصنوع یا سیستم مورد نظر را تهیه کنید.

۶. ابزاری را که می‌خواهید طرح آن را بکشید انتخاب کنید. پرسپکتیو یا «جعبهٔ» هم‌مقیاس آن را رسم کنید. خطوط کلی ابزار را ترسیم کنید. سایر خطوط جعبه را که بخشی از ابزار را تشکیل نمی‌دهند، پاک کنید.

۷. الف) قطر اطول بلندترین قطر بیضی است؛ قطر اقصر کوتاهترین قطر بیضی است.

ب) قطرهای مفروض را رسم کنید. قطر اطول را AB و قطر اقصر را CD بنامید. کانونهای F_1 و F_2 را روی قطر اطول مشخص کنید. فاصلهٔ AF_1 را به چند بخش (که لزومی ندارد مساوی باشند) تقسیم و آنها را شماره‌گذاری کنید (۱، ۲، ۳، ۴، ۵). به شعاع A1 و به مرکز F_1، کمانی در هر دو سوی قطر اطول ترسیم کنید. این فرایند را با شعاعهای A2، A3، A4 و A5 نیز تکرار کنید. سپس به شعاع B1 و به مرکز F_2، دو کمان، در دو سوی قطر اطول رسم کنید تا کمانهای قبلی را قطع کنند. این فرایند را با نقاط ۲، ۳، ۴ و ۵ تکرار کنید. منحنی هموراری ترسیم کنید که از نقاط تقاطع بگذرد؛ این منحنی همان بیضی مورد نظر است.

۸. نمای جلو منشور مورد نظر را ترسیم کنید. آن را تصویر کنید تا نماهای افقی و نیمرخ به دست آید. نما را برای نیمرخ چپ (تصویر ربع سوم) تصویر کنید.

۹. نمای جلو را ترسیم کنید. آن را تصویر کنید تا نماهای افقی و نیمرخ به دست آید. تصویر را با زاویهٔ قائمه، از نقاط واقع بر سطح برش، انجام دهید. محوری با زاویهٔ قائمه روی نمای تصویر بکشید، به طوری که با سطح برش موازی باشد. با انتقال نقاط ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ از نمای افقی، لبه‌ها را به دست آورید. این نقاط را با خطوط راست به هم متصل کنید. سطح را سایه بزنید.

نقاط روی نمای جلو (ربع سوم) را در امتداد افقی تصویر کنید. طول یک ضلع منشور را اختیار و آن را به تعداد اضلاع قاعده (۶) تکرار کنید. از هر نقطه روی خط مبنا تصویر کنید تا خطوط افقی متناظر را قطع کنند. این نقاط را با خطوط راست به هم متصل کنید.

۱۰. با استفاده از داده‌های مفروض دو دایره ترسیم کنید. مراکز آنها را O_1 و O_2 بنامید. شعاع دایره‌ها را با هم جمع کنید $(R_1 + R_2)$. به مرکز O_1 و شعاع $(R_1 + R_2)$ یک دایرهٔ خارجی را ترسیم کنید. نیمدایره‌ای روی O_1O_2 ترسیم کنید تا دایرهٔ خارجی را در Q قطع کند. Q و O_1 را به هم وصل کنید تا دایرهٔ داخلی را در P قطع کنند. از مرکز O_2 خطی به موازات QP رسم کنید تا دایره را در T قطع کند. P و T را با خطی راست به هم وصل کنید تا مماس داخلی مورد نظر به دست آید.

فصل ۱۰

۱. در جوشکاری پتکه‌ای، فلزات مبنا گداخته و سرخ می‌شوند و در همین حالت جامد (خمیری) می‌مانند. در جوشکاری گازی، فلزات مبنا را تا جایی گرما می‌دهند که حوضچهٔ مذاب (حالت مایع) تشکیل شود.

۲. به این خاطر که سطح مقطع، پس از انجام جوشکاری، تغییر نکند.

۳. فشار تخلیه نباید از ۱۰۰kPa (۱۵psi) بیشتر شود. گاز استیلن نباید در معرض تخلیهٔ الکتریکی قرار گیرد، بیش از حد گرم شود یا در هنگام حمل و نقل، به آن ضربه وارد شود. برای توزیع استیلن از لولهٔ مسی استفاده نکنید، زیرا مس با استیلن ترکیب می‌شود و استیلید مس تشکیل می‌دهد که قابل انفجار است.

۴. اتصالات کپسول گاز سوختنی رزوهٔ چپگرد دارند؛ اتصالات کپسول اکسیژن رزوهٔ راستگرد دارند. اتصالات کپسول گاز سوختنی سرخ و اتصالات کپسول اکسیژن سیاه است.

۵. محفظهٔ اختلاط مشعل انژکتوری با لولهٔ سرمشعل یکپارچه است، در حالی که در مشعل متعادل می‌توان آن را از بدنه جدا کرد.

۶. شعلهٔ احیاکننده را بکشید و سرمشعل، مخروط داخلی، شعلهٔ دوم و پوش (شعلهٔ) خارجی را روی آن مشخص کنید. در این نوع شعله، مخروط داخلی سفید و بلند، و شعلهٔ دوم سفید مایل به آبی و پَرمانند است و پوش خارجی دارد. از این شعله برای جوشکاری فولاد پرکربن استفاده می‌شود.

شعلهٔ اکساینده را ترسیم کنید و سرمشعل، مخروط داخلی و پوش خارجی را روی آن مشخص کنید. در این نوع شعله مخروط داخلی کوتاه و نوک‌تیز است و پوش خارجی دارد. از این شعله برای جوشکاری برنج و برنز و زردجوشکاری انواع فلزات استفاده می‌شود.

شعلهٔ خنثی را بکشید و سرمشعل، مخروط داخلی و پوش خارجی را روی آن مشخص کنید. این نوع شعله مخروط داخلی سفید و کوتاه و پوش خارجی دارد. از این شعله برای کارهای عمومی جوشکاری و برشکاری استفاده می‌شود.

۷. روش جوشکاری به راست: نمای لبهٔ قطعه‌کار را در وضعیت افقی ترسیم کنید. خط جوشی، به طور معقول، روی آن نمایش دهید که از چپ به راست می‌رود. مفتول را با زاویهٔ °۳۰ نسبت به سطح خط جوش رسم کنید. مشعل را پشت مفتول و با زاویهٔ °۵۵ نسبت به سطح سمت راست قطعه‌کار ترسیم کنید. قطعه‌کار، خط جوش، مفتول و مشعل را روی شکل مشخص کنید. جهت حرکت (از چپ به راست) را با پیکان نشان دهید. زاویهٔ مفتول (°۳۰) و زاویهٔ مشعل (°۵۵) را روی شکل مشخص کنید. اگر زاویهٔ مفتول خیلی کوچک باشد ممکن است سبب انباشته شدن خط جوش شود؛ اگر زاویهٔ مشعل خیلی زیاد و ورق نازک باشد، ممکن است ورق بسوزد و سوراخ شود.

روش جوشکاری به چپ: نمای لبهٔ قطعه‌کار را ترسیم کنید. خط جوش را از سمت راست به طرف چپ نمایش دهید. مشعل را در جلو خط جوش رسم کنید، به طوری که نسبت به سطح قطعه‌کار زاویهٔ °۷۵ بسازد و به طرف راست شیب داشته‌باشد. مفتول را با زاویهٔ °۷۵ به‌طرف چپ قطعه‌کار رسم کنید. قطعه‌کار، مشعل، خط جوش و مفتول را روی شکل مشخص کنید. جهت حرکت را با پیکان نشان دهید. زاویهٔ مفتول (°۷۵) و زاویهٔ مشعل (°۷۵) را روی شکل مشخص کنید. اگر زاویهٔ مفتول کوچک باشد، ممکن است بخش طویلتری از مفتول ذوب شود و در نتیجه عمق خط جوش کاهش یابد و پهن شود. کوچک بودن زاویهٔ مشعل سبب ذوب سریع مفتول و بزرگ شدن حوضچهٔ جوش می‌شود.

۸. الف) نیمرخ یک اتصال سپری را رسم کنید. مشعل را با زاویهٔ °۳۰ تا °۴۵ نسبت به ورق افقی ترسیم کنید؛ مفتول را بین مشعل و ورق عمودی بکشید، به طوری که نسبت به آن زاویهٔ ۱۵ تا °۲۰ داشته باشد.

ب) نیمرخ اتصال لب‌به‌لب جناغی را رسم کنید. مشعل را با زاویهٔ ۴۵ تا °۶۰ نسبت به خط افقی (زیر آن) بکشید؛ مفتول جوشکاری را با زاویهٔ °۴۵ نسبت به خط افقی (روی آن) ترسیم کنید.

ج) مقطع یک اتصال لب‌به‌لب جناغی را در وضعیت عمودی ترسیم کنید. مشعل را با زاویهٔ ۳۰ تا °۴۵ نسبت به خط افقی (زیر آن) بکشید؛ مفتول جوشکاری را با زاویهٔ ۳۰ تا °۴۵ نسبت به خط افقی (روی آن) ترسیم کنید.

۹. سه مجرا: یکی برای عبور استیلن، یکی برای عبور مخلوط گازها و یکی برای عبور اکسیژن خالص در هنگام برشکاری.

۱۰. الف) قطر روزنه‌های میانی و خارجی.

ب) ضخامت ورقی که باید بریده شود و نوع برش.

۱۱. شکل ۱۰-۲۸ را ببینید. شعلهٔ پیشگرم‌کن برای برشکاری، شعله‌ای خنثی است که پیش از شروع برشکاری، ورق را با آن گرم می‌کنند تا گداخته شود.

۱۲. گاز استیلن: ۳۴ kPa (5psi)، گاز اکسیژن: ۲۴۰ kPa (35psi).

فصل ۱۱

۱. در نموداری که رسم می‌کنید انبر جوشکاری را به ترمینال مثبت دستگاه جوش متصل کنید؛ قطعه‌کار باید به ترمینال منفی متصل شود؛ جهت جریان را با پیکان مشخص کنید.

جریان الکتریکی که از دستگاه جوش خارج می‌شود و از کابل می‌گذرد، به سبب مقاومت کابل، آن را گرم می‌کند. جریان الکتریکی از طریق همین کابل به انبر جوشکاری و سپس به الکترود می‌رسد. چون قطعه‌کار به کابل منفی (ترمینال منفی) متصل است، وقتی الکترود را به آن نزدیک کنیم، جریان الکتریکی شکاف هوای بین نوک الکترود و قطعه‌کار را با جهش می‌پیماید و قوس الکتریکی با دمای

بسیار بالا ایجاد می‌کند. این قوس الکترود و قطعه‌کار را ذوب می‌کند.

۲. الف) جریان مستقیم ـ قطبیت مستقیم (شکل ۱۱ـ۳ الف را ببینید).

ب) جریان مستقیم ـ قطبیت معکوس (شکل ۱۱ـ۴ الف را ببینید).

ج) جریان متناوب (شکل ۱۱ـ۵ الف را ببینید).

۳. در روش اتصال جریان مستقیم ـ قطبیت مستقیم، الکترود کمتر از قطعه‌کار گرم می‌شود. در نتیجه خط جوشی باریک، با عمق نفوذ زیاد به وجود می‌آید. در روش اتصال جریان مستقیم ـ قطبیت معکوس، الکترود بیشتر از قطعه‌کار گرما دریافت می‌کند و به سرعت ذوب می‌شود. در نتیجه خط جوشی پهن، با عمق نفوذ اندک به وجود می‌آید. در صورت استفاده از جریان متناوب، گرمای جوشکاری به طور یکنواخت بین الکترود و قطعه‌کار توزیع می‌شود. در نتیجه خط جوشی متعادل با عمق نفوذ کم و پهنای زیاد به وجود می‌آید. شکلهای ۱۱ـ۳ (ب)، ۱۱ـ۴ (ب) و ۱۱ـ۵ (ب) را ببینید.

۴. موتورجوش: مناسب برای کارگاههایی که برق ندارند. ترانس جوش: با برق شبکه کار می‌کند و نگهداری آن ارزان است، اما در محلهایی که برق نیست نمی‌توان از آن استفاده کرد. ترانس جوش ـ یکسوکننده: جریان متناوب شبکه را به جریان مستقیم جوشکاری تبدیل می‌کند. معمولاً با برق متناوب شبکه کار می‌کند و در محلهایی که برق نیست نمی‌توان از آن استفاده کرد.

۵. اتصال کوتاه عبور شدید جریان است و در جوشکاری هنگامی ایجاد می‌شود که الکترود در تماس مستقیم با قطعه‌کار باقی بماند. اتصال کوتاه می‌تواند به دستگاه جوش صدمه بزند.

۶. پرتو فرابنفش قوس به چشم انسان آسیب می‌رساند. در اطراف محوطهٔ جوشکاری باید پرده کشید و همواره از ماسک جوشکاری استفاده کرد.

۷. برای رسم شکل، به شکلهای ۱۱ـ۱۴ تا ۱۱ـ۱۷ رجوع کنید.

الف) ذوب ناقص از کم بودن جریان یا کوتاه بودن قوس ناشی می‌شود. در نتیجهٔ این عیب، خط جوش ضعیف و ناهموار می‌شود.

ب) تخلخل از بالا بودن جریان یا سرعت جوشکاری ناشی می‌شود. این عیب استحکام اتصال را کاهش می‌دهد.

ج) سوختگی کنارهٔ جوش از پایین بودن جریان ناشی می‌شود. در نتیجهٔ این عیب، خط جوش ظاهری ناهموار پیدا می‌کند.

د) نفوذ کم از پایین بودن جریان یا کوتاه بودن قوس ناشی می‌شود. این عیب استحکام اتصال را کاهش می‌دهد.

ه) نامیزانی قطعه‌کار نتیجهٔ استقرار نادرست آن، یا انبساط گرمایی بیش از اندازه است.

۸. در روش خراشی، انبر جوشکاری را محکم در دست می‌گیریم. الکترود را پایین می‌آوریم تا به فاصلهٔ ۲۵mm از سطح قطعه‌کار (ورق) برسد. صورت و چشمهای خود را با ماسک یا کلاه جوشکاری می‌پوشانیم. الکترود را به سرعت روی قطعه‌کار می‌کشیم (شبیه کبریت کشیدن). آن را از سطح کار دور و قوس را در فاصلهٔ ۹ تا ۱۲ میلیمتری حفظ می‌کنیم.

در روش ضربه‌ای، انبر جوشکاری را محکم در دست می‌گیریم، الکترود را پایین می‌آوریم تا به فاصلهٔ ۲۵mm از سطح قطعه‌کار (ورق) برسد. صورت و چشمهای خود را با ماسک یا کلاه جوشکاری می‌پوشانیم. نوک الکترود را به سطح قطعه‌کار می‌زنیم. الکترود را بالا می‌آوریم و قوس را در فاصلهٔ ۹ تا ۱۲ میلیمتری حفظ می‌کنیم.

۹. شکل دو قطعه را رسم کنید که لبه‌های آنها پخ خورده است و وقتی کنار هم قرار داده شوند درزی جناغی تشکیل می‌دهند.

الف) خط جوش ساده را در ریشهٔ درز ترسیم کنید.

ب) نخستین عبور پرکن را در سمت چپ و روی خط جوش رگه‌ای ترسیم کنید.

ج) دومین عبور پرکن را در سمت راست و روی خط جوش رگه‌ای ترسیم و آن را به نخستین عبور متصل کنید.

د) جوش رویه را روی عبورهای اول و دوم ترسیم و درز را پر کنید. لایه‌های جوش را با پیکان مشخص کنید.

فصل ۱۲

۱. در روش ریخته‌گری در ماسه از قالبهای ماسه‌ای استفاده می‌شود؛ در روش دوم از قالبهای فلزی (ریجه) استفاده می‌شود.

۲. آماده کردن قالب ماسه‌ای از آماده کردن قالب فلزی آسانتر است. برای تولید هر قطعهٔ ریختگی با استفاده از روش ریخته‌گری در ماسه، یک قالب ماسه‌ای جدید لازم است، اما در هر قالب فلزی می‌توان به دفعات ریخته‌گری کرد. سرعت ریخته‌گری در قالب فلزی از ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای بیشتر است.

۳. برای ساختن قالب ماسه‌ای تر، قالب ماسه‌ای با چسب سرد و ماهیچه باید از ماسهٔ نرم استفاده کرد. ماسهٔ متوسط نیز برای این کار مناسب است. از ماسهٔ درشت برای ساخت قالب با تخلخل زیاد استفاده می‌کنند.

۴. الف) ماسهٔ خیسی است که برای ساختن قالب به کار می‌رود.

ب) مادهٔ نم‌ناپذیری است که برای جلوگیری از چسبیدن ماسهٔ تر به مدل مصرف می‌شود.

ج) ماسهٔ روی قالب، ماسه‌ای است که قبلاً به کار نرفته است و می‌توان آن را مستقیماً روی مدل ریخت.

د) ماسهٔ قالبگیری، ماسه‌ای است که قبلاً یک بار برای قالبگیری از آن استفاده شده است و می‌توان بارها آن را به کار برد.

ه) مدل چندتکه، مدلی است که از دو یا چند تکه تشکیل می‌شود که می‌توان آنها را از هم جدا کرد؛ از این نوع مدل برای تهیهٔ قالبهای پیچیده استفاده می‌شود.

۵. آب به ماسه اضافه و آنها را مخلوط می‌کنیم. یک مشت ماسه را در دست فشار می‌دهیم و سپس آن را دو نیم می‌کنیم. اگر از هم نپاشید و به صورت تمیزی نصف شد، می‌فهمیم که رطوبت آن کافی است.

٦. مدل را اندکی بزرگتر از قطعهٔ مورد نظر می‌سازند.

۷. مقطع قالب را ترسیم کنید. ماله‌ای در داخل بخش آسیب‌دیده بکشید. یک قاشقک پشت آن رسم کنید، گویی ماسه را، در بخش آسیب‌دیده، فشار می‌دهد.

۸. براساس نحوهٔ ریختن فلز مذاب در قالب فلزی؛ یعنی ریخته‌گری تحت اثر نیروی وزن مذاب یا تزریق تحت فشار.

۹. در ماشین ریخته‌گری تحت فشار گرم، بوتهٔ مذاب جزئی از بدنهٔ ماشین است، اما در ماشین ریخته‌گری سرد، فلز در یک کورهٔ بوته‌ای جداگانه ذوب می‌شود.

۱۰. الف) ترک گرم، ترکی است که در قطعات ریختگی داغ ایجاد می‌شود. علت ایجاد این نوع ترک، سرد شدن سریع قطعهٔ ریختگی است.

ب) تخلخل عبارت است از تشکیل سوراخهای کوچک در قطعهٔ ریختگی. تخلخل نتیجهٔ حبس شدن گاز در قطعهٔ ریختگی است.

ج) مُک، حفره‌های ایجادشده در قطعهٔ ریختگی، در نتیجهٔ حبس شدن هوا در فلز مذاب است.

د) ماسه‌سوز، برجستگیهای کوچکی است که در نتیجهٔ حبس ماسه یا سرباره در فلز مذاب، در سطح قطعهٔ ریختگی ایجاد می‌شود.

ه) آخال، ذرات ماسه، سرباره یا اکسیدهایی است که در سطح قطعهٔ ریختگی فرو رفته‌اند.

فصل ۱۳

۱. الف) ذرات ساینده‌ای که برای ساخت چرخ‌سنباده به کار می‌رود.

ب) سختی چرخ‌سنباده.

ج) چسبی که برای متصل کردن دانه‌ها به هم مصرف می‌شود.

۲. برای سنگ زدن مواد سخت باید از چرخهای نرم استفاده کرد؛ چرخهای سخت برای سنگ زدن مواد نرم به کار می‌روند.

۳. الف) زاویه‌ای است که خیاره‌ها با محور مته می‌سازند.

ب) مته‌مارپیچ تند، زاویهٔ برادهٔ بزرگتری دارد و برای سوراخ کردن مواد نرم به کار می‌رود. مته‌مارپیچ کُند، زاویهٔ برادهٔ کوچکتری دارد و برای سوراخکاری برنج و مواد دیگری که براده‌های کوتاه تولید می‌کنند مناسب است.

۴. اگر زاویهٔ نوک مته خیلی تند باشد، بازده براده‌برداری

لبه‌های مته کاهش می‌یابد. اگر زاویهٔ نوک مته خیلی باز باشد، نیروی براده‌برداری کاهش می‌یابد. اگر زاویهٔ لبه‌های برنده برابر نباشد، همهٔ کار براده‌برداری را فقط یک لبه انجام می‌دهد و در نتیجه سوراخ گشاد می‌شود. اگر زاویهٔ آزادی لبهٔ مته کافی نباشد، جدار سوراخ صاف نخواهد بود. اگر زاویهٔ آزادی لبه بیش از اندازه باشد، لبه‌های برنده ضعیف می‌شوند و مته به آسانی می‌شکنند.

۵. الف) برای کارهای عمومی روتراشی به کار می‌رود.

ب) برای باردهی قلم در قطعه‌کار و نیز برای پیشانی‌تراشی به کار می‌رود.

ج) برای تراشیدن مخروطهای کوتاه به کار می‌رود.

د) مرغک و کلاهک دریل را می‌گیرد. برای باردهی در هنگام سوراخکاری نیز به کار می‌رود.

٦. الف) برای آنکه بتوان به نسبت چرخدندهٔ مورد نظر دست یافت.

ب) مجموعه‌چرخدنده ساده: دو دایره رسم کنید که یکی از دیگری بزرگتر باشد و بر هم مماس باشند. دایرهٔ کوچکتر را محرک (محور) و دایرهٔ بزرگتر را متحرک (پیچ جلوبر) بنامید. مجموعه‌چرخدندهٔ مرکب: سه دایره به قطرهای مختلف ترسیم کنید که بر هم مماس باشند. دایرهٔ اولی را محرک (محور)، دایرهٔ دومی را هرزگرد (واسطه) و دایرهٔ سومی را متحرک (پیچ جلوبر) بنامید.

۷. الف) یک تیغه‌فرز غلتکی را در حال براده‌برداری ترسیم کنید. تیغه و قطعه‌کار را روی شکل مشخص کنید.

ب) یک تیغه‌فرز پیشانی‌تراش را در حال براده‌برداری ترسیم کنید. تیغه و قطعه‌کار را روی شکل مشخص کنید.

ج) یک تیغه‌فرز زاویه‌تراش را در حال براده‌برداری ترسیم کنید. تیغه و قطعه‌کار را روی شکل مشخص کنید.

۸. الف) قطعه‌کار را ترسیم کنید. تیغه‌فرز را روی قطعه‌کار بکشید و چند دندانهٔ آن را نشان دهید. جهت چرخش تیغه‌فرز را (جهت حرکت عقربه‌های ساعت) با پیکان مشخص کنید. جهت باردهی قطعه‌کار را (در خلاف جهت چرخش تیغه‌فرز) با پیکان نشان دهید.

ب) قطعه‌کار را ترسیم کنید. تیغه‌فرز را روی قطعه‌کار بکشید و چند دندانهٔ آن را نشان دهید. جهت چرخش تیغه‌فرز را (جهت حرکت عقربه‌های ساعت) با پیکان مشخص کنید. جهت باردهی قطعه‌کار را (همجهت با چرخش تیغه‌فرز) با پیکان نشان دهید.

۹. الف) صفحه‌تراشی افقی (شکل ۱۳-۵۹). صفحه‌تراشی عمودی (شکل ۱۳-۶۱). کج‌تراشی (شکل ۱۳-۶۲). شیارتراشی و جاخارتراشی (شکل ۱۳-۶۳).

ب) دو تا از این عملیات را در حال اجرا ترسیم کنید. قلم، کله‌گی لولایی، کله‌گی کشویی و قطعه‌کار را روی شکل نشان دهید.

۱۰. جلوگیری از خرابی و کاهش سایش و شکست قطعات.

فصل ۱۴

۱. الف) در بخش خصوصی، مالکیت و مدیریت در دست افراد یا مؤسساتی است که تنها هدف آنها کسب سود است. بخش دولتی را دولت اداره می‌کند و هدف آن عرضهٔ کالاها و خدمات، به منظور انتفاع جامعه است؛ در این بخش سود انگیزهٔ فعالیت نیست.

ب) صنعتی، خدماتی، بازرگانی.

۲. شخصی است که به تنهایی مالک و مدیر یک مؤسسهٔ اقتصادی است. مزایای تک‌مالکی به شرح زیر است: تصمیم‌گیری به سرعت انجام می‌شود؛ تماس با مشتری آسان و شخصی است؛ همهٔ منافع حاصل از فعالیت مؤسسه عاید یک نفر می‌شود؛ کنترل مؤثرتر است.

۳. طرح‌ریزی، فرمول‌بندی اهداف، تعیین خط‌مشی، پیش‌بینی، بررسی بازار و تصمیم‌گیری نهایی (برای اطلاع از جزئیات بیشتر به متن همین فصل از کتاب رجوع کنید).

۴. نحوهٔ فعالیت را مشخص کنید (شراکت). مزایا: بارکاری و سایر مسئولیتها را می‌توان بین شرکا تقسیم کرد؛ تصمیم‌گیری به صورت جمعی انجام می‌شود؛ مهارت، تجربه و دانش شرکا یک‌کاسه می‌شود. معایب: کشمکشهای شخصی احتمالی؛ خیانت بعضی از شرکا؛ کاهش سرعت تصمیم‌گیری، زیرا بحث و تبادل نظر با سایر شرکا به طول می‌انجامد.

پروژه‌های طراحی و ساخت به این منظور ارائه شده‌اند که درک هنرجو از فعالیتهای مشکل‌گشایی افزایش یابد. پیش از طراحی و اجرای پروژه‌های مشخص شده، مثالهای مطرح شده در این فصل را مرور کنید. توصیهٔ ما این است که برای هر پروژه پرونده‌ای تشکیل دهید. برگه‌های طراحی باید شامل اطلاعات زیر باشند: خلاصهٔ طرح؛ مشخصات فنی طرح؛ مدارک حاصل از تحلیل / تحقیق؛ دست‌کم دو راه‌حل ممکن؛ تکمیل راه‌حل انتخابی (در این مرحله می‌توان مدل یا ماکت طرح را نیز ساخت)؛ نقشهٔ مجموعهٔ راه‌حل نهایی؛ نقشهٔ اجرایی (شامل نماهای مهندسی و نقشه‌های تفصیلی)؛ فهرست مواد و قطعات با گزارش کتبی آزمون و ارزیابی (وقتی طرح تحقق یافت).

فرهنگ اصطلاحات

آب‌بندی با قلع tinning
پوشش‌کاری هویه با لحیم، پیش از انجام عملیات لحیمکاری.

آبدهی quenching
سرد کردن سریع فلزات گداخته در آب یا روغن.

آب‌صابون coolant
مایعی که برای خنک کردن و کاهش اصطکاک قلم فلزتراشی، در حین انجام عملیات ماشینکاری به کار می‌رود.

آب‌فلزکاری electroplating
رسوب فلز روی سطح فلزی دیگر، از طریق الکترولیز، یا عبور جریان الکتریکی از محلولی که فلز اول به صورت یون در آن موجود است.

آبی‌کاری blueing
تولید قشر اکسید آبی‌رنگ روی سطح فولاد صیقل‌خورده، از طریق گرم کردن آن.

آذرسنج pyrometer
ابزاری برای اندازه‌گیری دماهای بالا.

آرام‌سازی kill
افزودن فرومنگنز به فلز مذاب در فرایند تولید فولاد نرم در کنورتر بسمر.

آلومین alumina
اکسید آلومینیم؛ در نتیجهٔ الکترولیز بوکسیت به دست می‌آید؛ مترادف است با **کروندوم**.

آلیاژ alloy
مخلوطی از دو یا چند فلز.

آند anode
الکترود مثبت باتری یا پیل.

آندی کردن anodizing
فرایند الکترولیزی که در آن قشر اکسید سخت و غیرخورنده‌ای روی آلومینیم یا آلیاژهای سبک ایجاد می‌شود.

آهنگری forge
شکل دادن فلز، از طریق گرم کردن و چکش‌کاری آن.

احتراق‌پذیر combustible
ویژگی ماده‌ای که بتواند بسوزد؛ مانند گاز استیلن یا بنزین.

اختلاف‌منظر parallax
تغییر ظاهری ایجادشده در مکان یا امتداد شیء، وقتی ناظر جای خود را تغییر می‌دهد.

ارتباط ترسیمی graphic communication
هنر انتقال ایده‌ها به صورت نقشه یا تصویر.

ارگونومی ergonomics
بررسی آسایش و بازده انسان در محیط کارش.

استخراج فلز smelting
ذوب کانه، همراه با گدازآور مناسب برای تولید مذابی که در آن سرباره در بالا و فلز مذاب ناخالص در زیر قرار می‌گیرد.

اسیدشویی pickling
زدودن اکسیدهای تشکیل شده روی سطح فلز پس از گرما دیدن، از طریق فرو بردن قطعه در حمام اسید.

اضافهٔ مُجاز allowance
بُعدی علاوه بر بُعد مورد نظر برای دو قطعه که با هم جفت می‌شوند. هرگاه دو قطعه خلاصی داشته باشند، اضافهٔ مجاز مثبت است و اگر تداخل داشته باشند، اضافهٔ مجاز منفی است.

الکترولیت electrolyte
ماده‌ای شیمیایی یا محلول آن در آب، که جریان را از طریق یونش هدایت می‌کند.

اندازه‌گذاری dimensioning
روش مورد استفادهٔ طراح یا نقشه‌کش برای توصیف اندازه‌های قطعه روی نقشهٔ اجرایی.

انطباق آزاد clearance fit
سیستم انطباق یا مونتاژی که در آن محور اندکی از سوراخ باریکتر است.

انطباق تداخلی interference fit
نوعی انطباق که در آن اندازهٔ حداقل قطعهٔ فرورونده، از اندازهٔ حداکثر سوراخ بزرگتر است.

انطباق گذرا transition fit
سیستم انطباق یا مونتاژی که در آن حداکثر قطر محور از حداقل قطر سوراخ بیشتر، و حداقل قطر محور از حداکثر قطر سوراخ کمتر است.

انقباض shrinkage
فرورفتگی کم‌عمق در سطح قطعهٔ ریختگی.

اولین عبور پرکن first filler pass
نخستین لایهٔ جوش که روی ریشهٔ جوش نشانده می‌شود.

ای سی a.c.
صورت اختصاری جریان متناوب.

بار ریزی tapping(1)
عمل تخلیهٔ فلز مذاب از کوره به پاتیل.

بالاکشی raising
فرایند فلزکوبی برای تولید شکلهای گود.

بخش خصوصی private sector
مجموعهٔ مؤسساتی که اشخاص خصوصی مالک و مدیر آنها هستند.

بخش دولتی public sector
مجموعهٔ مؤسساتی که دولت مالک و مدیر آنهاست.

براده chips
قطعات کوچک و زاید فلز که در حین برشکاری، سوراخکاری یا روتراشی تولید می‌شود.

براق glossy
آنچه سطح هموار و درخشان داشته باشد.
برقوزنی reaming
گشاد کردن و هموارسازی سوراخ با استفاده از برقو.
برگردان tuck
لبه‌های تاشدهٔ ورق، به سمت بدنهٔ قطعه یا به طرف یکدیگر.
برو GO
سر شابلون سوراخ که وارد سوراخی می‌شود که قطر آن از کران پایینی بیشتر است.
بلورین crystalline
آنچه ساختار و شکل بلور دارد.
بوته crucible
ظرف دیرگدازی که در آن فلز ذوب می‌کنند.
بیل shovel
ابزار آهنگر برای جمع‌آوری کک.

پایداری tenacity
استحکام کششی نهایی ماده.
پر شدن pinning
انباشته شدن ذرات براده در دندانه‌های سوهان.
پرگار اندازه‌گیر dividers
ابزاری شبیه پرگار معمولی، که برای اندازه‌گیری یا انتقال اندازه به کار می‌رود.
پرگار اندازه‌گیری callipers
ابزاری برای انتقال اندازه‌ها.
پرلیت pearlite
از سازنده‌های فولاد و چدن؛ از لایه‌های متناوب **فریت** و **سمنتیت** تشکیل می‌شود.
پس زدن شعله backfiring
انفجاری که در نتیجهٔ برگشت شعله به داخل مشعل، در هنگام جوشکاری، ایجاد می‌شود.
پلیسه burr
لبهٔ ناهموار باقیمانده در محل برش، سوراخکاری یا سنبه‌کاری فلز.
پیریت pyrite
نوعی کانهٔ آهن که از سولفید آهن (FeS_2) تشکیل می‌شود. جلای زرد دارد؛ در تولید چدن و فولاد مصرف‌چندانی‌ندارد،زیراگوگرد آن‌زیاد است.
پیشانی‌تراشی موضعی spot facing
تراز کردن سطح موجدار، برای نشستن واشر و گل پیچ.
پیش‌نمونه prototype
مدل آزمایشی یا ابتدایی مصنوع یا سیستم طراحی شده.

تابکاری annealing
فرایند نرم کردن فلز از طریق گرم کردن و سپس آهسته سرد کردن آن.

تحلیل analysis
فرایند یافتن اطلاعات بیشتر در مورد مسئله‌ای مفروض، برای به‌دست آوردن تصویری روشن از ماهیت مسئله و، در نتیجه، پیدا کردن بهترین راه‌حل.
تخلخل porosity
حفره‌های قطعهٔ ریختگی، که معمولاً در نتیجهٔ خروج گاز از فلز مذاب پدید می‌آیند.
تخلیه teeming
ریختن فولاد مذاب در پاتیل.
ترانسفورماتور transformer
دستگاهی الکتریکی برای کاهش یا افزایش ولتاژ جریان متناوب.
ترشح metal spatter
پاشیدن ذرات فلز مذاب به اطراف.
تصویر قائم orthographic projection
روش نمایش نماهای یک جسم به صورت دوبعدی، به منظور تهیهٔ نقشه‌ای با اندازهٔ یک به یک.
تغذیه riser
مجرایی در قالب، برای سرریز کردن فلز مذاب، که نشانهٔ پر شدن حفرهٔ قالب است.
تقویت reinforcement
برجستگی خط جوش، نسبت به سطح درز.
تلرانس tolerance
اختلاف بین حدود ابعادی محور یا سوراخ.
تنکار flux
ماده‌ای که در هنگام لحیمکاری، زردجوشکاری و لحیم نقره مصرف می‌کنند تا از اکسایش جلوگیری کند. بعضی از تنکارها می‌توانند درز را نیز تمیز کنند.

جاخار keyway
شکاف ایجادشده روی محور یا در سوراخ برای نصب خار.
جریان الکتریکی electric current
شارش الکتریسیته.
جریان گردابی eddy current
جریان موضعی القا شده در رسانا، به وسیلهٔ میدان مغناطیسی متغیر.
جوش weld
حوضچهٔ مذاب منجمدشدهٔ درز جوشکاری شده.
جوش رویه wash coat
نگاه کنید به ***عبور رویه***.
جوشش boil
نگاه کنید به ***غلیان***.
جوشکاری بالاسری overhead welding
وضعیت جوشکاریی که در آن درز در سطح زیرین قطعه‌کار واقع شده و قطعه‌کار بالای سر جوشکار قرار دارد.

جوشکاری در وضعیت دشوار out-of-position welding
جوشکاری در هر وضعیتی غیر از وضعیت تخت؛ شامل جوشکاری افقی، جوشکاری عمودی و جوشکاری بالاسری.

جوشکاری ذوبی fusion welding
فرایند جوشکاری که در آن قطعات فلزی که به هم جوشکاری می‌شوند، در ناحیهٔ درز، به صورت حوضچهٔ مذاب ذوب و سپس منجمد می‌شوند.

چاق‌سازی upsetting
در آهنگری، افزایش سطح مقطع میله، به بهای کاهش طول آن.

چاله جوش crater
فرورفتگی کم‌عمق خط جوش.

چدن cast iron
آلیاژ آهن ـ کربن که مقداری کربن اضافی دارد.

چدن خاکستری grey cast iron
چدنی که در آن بخش عمدهٔ کربن اضافی به صورت پولکهای گرافیت است.

چدن خام pig iron
چدن ناخالص تولیدشده از سنگ آهن در کوره بلند. به عنوان مادهٔ اولیه برای تولید انواع فولاد و چدن ریخته‌گری به کار می‌رود.

چدن سفید white cast iron
چدنی که در آن همهٔ کربن به صورت سمنتیت است.

چربی‌زدایی degreasing
حذف چربی ناخواسته از روی قطعه، با گرما یا استفاده از مایعی آلی.

چرخ پرداخت mop
چند لایه کرباس به هم دوخته شده یا ندوخته که روی سر محور ماشین پرداخت نصب می‌کنند و قطعات فلزکوبی شده را با آن صیقل‌کاری می‌کنند.

چقرمگی toughness
قابلیت ماده برای خمش یا پیچش و مقاومت در برابر ضربه، بدون آنکه گسیخته شود.

چکشخواری malleability
قابلیت فلز برای چکش‌کاری، نورد یا روزنرانی، بدون آنکه گسیخته شود.

چگالی نسبی relative density
نسبت چگالی هر ماده در مقایسه با چگالی آب. آن را وزن مخصوص می‌نامیدند.

حدود limits
اندازه‌های مجاز حداقل و حداکثری که قطعه را می‌توان طبق آنها ماشینکاری یا تولید کرد.

حدیده die(1)
ابزاری که برای ایجاد رزوه به کار می‌رود.

حلقه‌سازی forming an eye
خمکاری فلز برای تولید حلقه.

خاصیت مغناطیسی magnetism
خاصیت ماده‌ای که به صورت آهنربا عمل می‌کند و آهن را جذب یا دفع می‌کند.

خاکه‌جوش clinker
مادهٔ سنگ‌مانند ناهمواری که پس از سوختن زغال‌سنگ در کورهٔ آهنگری باقی می‌ماند.

خردکردن chopping out
قطعه قطعه کردن.

خزینه‌کاری countersinking
گشادکردن سر سوراخی که با مته ایجاد شده، با استفاده از مته‌خزینه، به منظور جای دادن گُلِ پیچ یا پرچ.

خلاصهٔ طرح design brief
بیان کوتاه و موجز مشکلی که نیاز به راه‌حل دارد.

خوردگی corrosion
فرسایش آهستهٔ فلزات در نتیجهٔ حملهٔ مواد شیمیایی.

درجه flask
جعبه‌ای که با ***ماسهٔ قالبگیری*** پر می‌شود و ماسه را در آن می‌کوبند تا قالب ایجاد شود.

درز لبه‌گرد برگردان circular over-folded seam
نام دیگر درز خشکه‌بند؛ برای ایجاد اتصال آب‌بندی شده در ورقکاری به کار می‌رود.

دود سمی toxic fume
گاز، بخار یا دود مسموم‌کننده.

دوده acetylene soot
پودر سیاهی که در دود حاصل از سوختن گاز استیلن مشاهده می‌شود.

دومین عبور پرکن second filler pass
لایهٔ دوم جوش که روی لایهٔ اول و در یک طرف درز ایجاد می‌شود.

دهانه‌تراشی counterboring
گشادکردن دهانهٔ سوراخی که با مته ایجاد شده، تا عمقی که بتواند گُلِ پیچ را در خود جای دهد.

دیرگداز refractory
مادهٔ مورد استفاده برای پوششکاری جدار داخلی کوره‌ها؛ در برابر دمای بالا مقاومت می‌کند و با فلز مذاب، سربارهٔ مذاب و گازهای داغ واکنش انجام نمی‌دهد.

دی سی آر پی DCRP
جریان مستقیم ـ قطبیت معکوس.

دی سی اس پی DCSP
جریان مستقیم ـ قطبیت مستقیم.

ذوب ریشه root fusion
ذوب شدن ناحیهٔ زیرین درز، در فلز پایه‌ای که جوشکاری می‌شود.

رسانندگی **conductivity**
توانایی ماده در عبور دادن گرما یا الکتریسیته.

رسوبگذاری **precipitation**
تشکیل مادهٔ جامد انحلال‌ناپذیر، در نتیجهٔ انجام واکنش شیمیایی در محلول.

رمز رنگی **colour code**
استفاده از رنگ به عنوان معیار شناسایی.

روانکار **lubricant**
ماده‌ای که برای کاهش اصطکاک بین قطعات متحرک به کار می‌رود.

روزنه **orifice**
سوراخی در نوک سرمشعل جوشکاری یا برشکاری

روغن‌لحیم بی‌اثر **passive flux**
روغن‌لحیمی که کار آن صرفاً جلوگیری از اکسایش بیشتر ناحیهٔ اتصال در هنگام لحیمکاری است. این نوع روغن سبب خوردگی نمی‌شود.

روغن‌لحیم فعال **active flux**
نوعی روغن‌لحیم که تشکیل اکسید را کاهش می‌دهد و سطح فلز را تمیز می‌کند.

روی هم افتادگی **overlap**
پخش شدن جوش روی کناره‌های درز.

رویه‌کاری **galvanizing**
محافظت از سطح فولاد یا چدن در برابر زنگ‌زدگی، از طریق پوششکاری با روی.

ریجه **die**(2)
قالب فلزی دائمی برای تولید قطعات ریختگی.

ریخته‌گری **casting**(1)
فرایند تولید قطعه، از طریق ریختن فلز مذاب در قالب و انجماد آن.

ریخته‌گری در ریجه **die-casting**
یکی از روشهای ریخته‌گری که در آن فلز را در قالب فلزی می‌ریزند.

ریشه‌ماهیچه **core print**
برجستگیهای کوچک در سرهای مدل، که در قالب فرورفتگی ایجاد می‌کند تا ماهیچه در آنها بنشیند.

زاویهٔ الکترود **electrode angle**
زاویهٔ شیب الکترود نسبت به سطح قطعه‌کار.

زاویهٔ جوش **weld angle**
زاویهٔ الکترود با محور عمودی خط جوش. مترادف است با **زاویهٔ حرکت**.

زاویهٔ کار **work angle**
زاویهٔ شیب الکترود نسبت به سطح قطعه‌کار در حین جوشکاری افقی.

زنبورک **tuyeres**
روزنه‌هایی در کوره که هوا از طریق آنها به داخل کوره دمیده می‌شود.

زیبایی‌شناختی **aesthetic**
مربوط به زیبایی (مثلاً زیبایی مصنوعات تولیدی).

سایه زدن **rendering**
روشی برای واقعی نشان دادن نقشه و برجسته‌سازی اثر نور و سایه در آن.

سخت‌سازی سطحی **hardfacing**
ایجاد لایه‌ای سطحی از مادهٔ سخت برای افزایش مقاومت در برابر سایش.

سخت‌کاری سطحی **case hardening**
فرایند ایجاد لایهٔ سطحی سخت در فولاد، از طریق گرم‌کردن آن در محیط غنی از کربن و سپس آبدادن.

سختی **hardness**
قابلیت ماده برای مقاومت در برابر خراش برداشتن و سایش.

سرباره **slag**
تفالهٔ جداشده از چدن خام، پس از ذوب در کوره.

سرپهن **mushroom head**
کلاهک گنبدی تشکیل‌شده روی سر بعضی از ابزارها، مانند قلم و سنبه، در نتیجهٔ چکش‌کاری.

سطح بریده **truncated surface**
سطح منشور، استوانه، هرم یا مخروطی که قطع شده باشد.

سطح صاف **surface plate**
صفحهٔ چدنی صلبی که سطح آن کاملاً تخت است؛ برای وارسی تختی سایر سطوح یا به عنوان سطح مبنا برای نشانه‌گذاری قطعه‌کار در ماشینکاری از آن استفاده می‌شود.

سمنتیت **cementite**
کاربید آهن که از سازنده‌های مهم آهن و چدن است؛ سمنتیت بسیار سخت و شکننده است.

سنبه‌کاری **punching**
فرایندی در آهنگری که به کمک آن در فلز گداخته سوراخ (گرد، چهارگوش و غیره) ایجاد می‌کنند.

سنبهٔ مرکزنشان **centre punch**
ابزار فلزی نوک‌تیزی که برای مشخص کردن محل شروع سوراخکاری با مته به کار می‌رود.

سندان **anvil**
قطعه‌ای آهن، گاهی با رویهٔ فولادی، که فلزات را روی آن آهنگری و چکش‌کاری می‌کنند.

سنگ آهک **limestone**
سنگ رسوبی حاوی بیش از ۵۰ درصد وزنی کربنات کلسیم؛ به بار کوره بلند اضافه می‌شود تا با ناخالصیهای دیگر، مانند گوگرد و سیلیسیم، ترکیب شود و سرباره تشکیل دهد.

سنگ صیقل **water-of-Ayr stone**
سنگ مخصوصی برای حذف خراشهای کوچک از سطح قطعه‌کارهایی که با استفاده از ماشین پرداختکاری صیقل می‌خورند.

سوراخ کور **blind hole**
سوراخی که از تمام ضخامت قطعه نگذشته باشد.

سوزن‌خط‌کش scriber
ابزار فولادی نوک‌تیز که برای نشانه‌گذاری فلز، قبل از عملیات شکل دادن از آن استفاده می‌شود.

سوفاله swarf
تراشه‌ها یا براده‌های ریز فلز که در عملیاتی مانند سوراخکاری یا روتراشی تولید می‌شود.

سوهان file
ابزاری با سطوح برنده، که برای براده‌برداری به کار می‌رود.

سیالیت fluidity
قابلیت فلز مذاب برای جریان یافتن و تغییر شکل آزادانه.

سیخ کوره poker
ابزاری که آهنگر با استفاده از آن خاکه‌جوش را از کوره جدا می‌کند و بیرون می‌کشد.

سیدریت siderite
از کانه‌های کم‌عیار آهن که در حدود ۳۰ درصد آهن دارند و آن را شالیبیت نیز می‌نامند.

شالیبیت chalybite
نگاه کنید به **سیدریت**.

شریک غیرفعال sleeping partner
شریکی که در ادارهٔ مؤسسه دخالت ندارد.

شعلهٔ احیاکننده carburizing flame
شعلهٔ جوشکاری که در آن مقدار استیلن از مقدار اکسیژن بیشتر است.

شعلهٔ اکساینده oxidizing flame
شعلهٔ جوشکاری که در آن مقدار اکسیژن از مقدار استیلن بیشتر است.

شعلهٔ پیشگرم‌کن preheating flame
شعلهٔ اکسی‌استیلن خنثی، که در برشکاری برای گرم کردن فلز، پیش از فشار دادن دستهٔ اکسیژن، به کار می‌رود.

شعلهٔ خنثی neutral flame
شعلهٔ جوشکاری که در آن مقدار اکسیژن و استیلن برابر است.

شکلپذیری ductility
قابلیت فلزات و آلیاژها برای کشش سرد، بدون ایجاد گسیختگی، مثلاً به منظور تولید سیم.

شکنندگی brittleness
تمایل فلز به شکستن، بدون تغییر شکل قبلی و تحت تنش کم.

شمشه bloom
میلهٔ ضخیم فلزی که ابتدا آن را به شمشال و سپس به مقاطع دیگری مانند مفتول، ورق و صفحه تبدیل می‌کنند.

شمشه strike-off bar
تختهٔ چوبی مستطیلی که برای صاف کردن ***ماسهٔ قالبگیری*** فشرده شده در **درجه** از آن استفاده می‌شود.

شیشهٔ خارجی cover lens
یک جفت شیشهٔ شفاف که روی شیشه‌های رنگی عینک جوشکاری نصب می‌شوند.

صافکاری planishing
تصحیح شکل قطعه با چکش، پس از فرایند فلزکوبی.

صفحهٔ افقی horizontal plane
صفحهٔ تصویر اصلی فرضی که فرض می‌شود نمای افقی جسم روی آن تصویر یا ترسیم می‌شود.

صفحهٔ عمودی vertical plane
صفحهٔ فرضی تصویر قائم که روی آن نمای افقی ترسیم می‌شود.

صفحهٔ قالبگیری moulding board
تختهٔ مسطحی که پیش از قرار دادن ***مدل***، زیر ***لنگهٔ زیری درجه*** قرار می‌دهند و سپس آن را با ***ماسهٔ قالبگیری*** پر می‌کنند و می‌کوبند.

طراحی designing
فرایند یافتن راه‌حل‌های ترسیمی برای مسائل مختلف.

طرح کلی contour
خطوط پیرامونی هر قطعه یا جسم.

عامل پیوند bonding agent
ماده‌ای که برای متصل کردن قطعات فلزی به یکدیگر به کار می‌رود؛ مانند لحیم نرم.

عبور رویه cover pass
خط جوش نهایی در درزی که با چند عبور جوشکاری می‌شود؛ مترادف است با **جوش رویه**.

عبور ریشه stringer bead
نخستین لایهٔ جوش که در ریشهٔ درز نشانده می‌شود؛ آن را ریشهٔ جوش هم می‌نامند.

عصر آهن Iron Age
دوره‌ای پس از عصر مفرغ، که در آن برای ساخت ابزار و وسایل مورد نیاز بیشتر از آهن استفاده می‌کردند.

عصر مفرغ Bronze Age
دوره‌ای پیش از عصر آهن، که در آن ابزارها و وسایل مورد نیاز را معمولاً از مفرغ (برنز) می‌ساختند.

عمل موبین capillary action
پدیده‌ای ناشی از کشش سطحی، که سبب بالا آمدن یا پایین رفتن سطح مایعات در لوله‌های باریک می‌شود.

عینک ایمنی goggles
عینکی که در کارگاه به چشم می‌زنند تا در برابر گرد و خاک و براده از چشم محافظت کند.

غلیان blow
جوشش شدید در کنورتر بسمر، که ناشی از سوختن کربن و سایر

ناخالصیها با اکسیژن است؛ مترادف است با **جوشش**.

غوطه‌وری در مذاب hot dipping
فرو بردن قطعهٔ فلزی در حوضچه‌ای از فلز مذاب، به منظور پوششکاری سطح آن.

فاق notch
فرورفتگی ایجاد شده در سطح قطعهٔ آهنگری، پیش از انجام فرایند لاغرسازی.

فرابنفش ultraviolet
تابش الکترومغناطیسی با طول موجی درست بعد از ناحیهٔ بنفش طیف مرئی. پرتوهای فرابنفشی که در حین جوشکاری قوسی منتشر می‌شوند، می‌توانند بر چشم تأثیر بدی بگذارند.

فرزکاری فرارو up-milling
نگاه کنید به ***فرزکاری معمولی***.

فرزکاری معمولی conventional milling
نوعی روش فرزکاری که در آن قطعه‌کار در جهت خلاف جهت چرخش تیغه‌فرز باردهی می‌شود؛ مترادف است با ***فرزکاری فرابُر***.

فرزکاری همسو climb milling
عملیات فرزکاری که در آن قطعه‌کار در جهت چرخش تیغه‌فرز باردهی می‌شود؛ مترادف است با ***فرزکاری فروبُر***.

فرفورژه scrolls
مارپیچهای تزئینی در کارهای آهنگری.

فروبری sinking
شکل دادن بخشی از فلز و باقی گذاشتن قاعده و دوره‌ای تخت، مثلاً به شکل بشقاب.

فروکشی drawing down
کاهش سطح مقطع قطعهٔ فلزی و لاغرتر و طویلتر کردن آن.

فریت ferrite
نام آهن خالص و یکی از سازنده‌های میکروسکوپی فولاد.

فلز آهنی ferrous metal
فلزی که آهن داشته باشد.

فلزات غیرآهنی non-ferrous metals
فلزاتی که آهن ندارند.

فلزات مبنا parent metals
قطعات فلزی که به یکدیگر لحیمکاری، زردجوشکاری، لحیم‌نقره یا جوشکاری می‌شوند.

فلز پرکن filler metal
میله‌ای فلزی که در حوضچهٔ (درز) جوش یا درز زردجوشکاری ذوب می‌شود تا آن را پر و مستحکم کند.

فلزکوبی beaten metalwork
چکش‌کاری ورق برای شکل دادن به مصنوعاتی مانند سینی و دیس.

فلز مذاب molten metal
فلزی که بر اثر گرما دیدن به حالت مایع درآمده است.

فوران spurt
پاشش ناگهانی، به صورتی که در هنگام فرو بردن قطعهٔ فلزی داغ در حمام سید مشاهده می‌شود.

قالب mould
حفرهٔ ایجادشده در ماسه که فلز مذاب در آن می‌ریزند تا به صورت قطعهٔ ریختگی منجمد شود.

قالب شمش‌ریزی pigs
نوعی قالب فلزی که چدن مذاب را در آن می‌ریزند، تا به صورت شمش قابل ذخیره‌سازی شود.

قطبهای الکتریکی electric terminals
نقاط مثبت و منفی مدار برق.

قطبیت polarity
روش اتصال الکترود و قطعه‌کار به ترمینالهای مثبت و منفی دستگاه جوش

قطعهٔ ریختگی casting(2)
قطعه‌ای که به روش ریخته‌گری تولید شده باشد.

قلاویز tap
ابزاری که برای تولید رزوهٔ داخلی به کار می‌رود.

قلاویزکاری tapping(2)
استفاده از **قلاویز** برای رزوه کردن سوراخ.

قلم‌زنی chipping
کندن قطعات کوچک و زاید فلز با استفاده از قلم.

قوس arc
تخلیهٔ گازی یونی بین دو الکترود؛ مشخصهٔ آن ولتاژ کم و جریان زیاد است.

قوس الکتریکی electric arc
تخلیهٔ گازی یونی بین دو الکترود یا بین یک الکترود و قطعه‌کار.

قیف hopper
بخش مخروطی کوره بلند که بار از آنجا وارد کوره می‌شود.

کاتد cathode
الکترود منفی باتری یا پیل.

کارکردها functions
عملیات اصلی و پایه‌ای هر ابزار یا ماشین.

کاسگری hollowing
فرایند چکش‌کاری یا گرم کردن قطعات فلزی برای ایجاد شکلهایی با گودی کم مانند سینی و کاسه.

کشسانی elasticity
قابلیت فلز برای یافتن شکل یا اندازهٔ اولیهٔ خود، پس از کشیده شدن، فشرده شدن یا تغییر شکل دادن.

کک coke
سوخت حاصل از گرم کردن شدید زغال‌سنگ در کوره‌ای هوابندی‌شده؛

در کوره بلند، به عنوان عامل احیای اکسیدهای آهن، برای تولید چدن خام به کار می‌رود.

کمانش buckling

تغییر شکل و خم شدن قطعه در نتیجهٔ اعمال فشار در امتداد محور طولی آن.

کنورتر بسمر Bessemer converter

کورهٔ مخصوصی که در آن چدن خام را، با استفاده از فرایند بسمر، تصفیه می‌کنند.

کوبیدن ramming

فشرده‌سازی با ضربه، مثلاً کوبیدن ماسه در درجه برای قالبگیری.

کوپل cupola

کوره‌ای برای تولید چدن ریخته‌گری.

کوره بلند blast furnace

کوره‌ای عمودی که برای ذوب سنگ آهن و تولید چدن خام به‌کار می‌رود.

کورهٔ اجاق‌باز open hearth furnace

نوعی کورهٔ انعکاسی که در فولادسازی به کار می‌رود.

کورهٔ انعکاسی reverberatory furnace

کوره‌ای که چنان ساخته شده که گرما را به روی بار داخل کوره منعکس می‌کند.

کورهٔ بوته‌ای crucible furnace

کوره‌ای که با استفاده از آن فلز داخل بوته را ذوب می‌کنند.

کورهٔ پودلاژ puddling furnace

کوره‌ای که در آن آهن ورزیده تولید می‌کنند.

کیسهٔ شن sandbag

کیسهٔ چرمی پرشده از ماسه که به جای بلوک چوبی در کاسگری به کار می‌رود.

گالن galena

سولفید سرب؛ فراوانترین کانهٔ سرب که به صورت بلورهای مکعبی، به رنگ خاکستری مایل به آبی دیده می‌شود.

گدازپذیری fusibility

قابلیت فلز برای ذوب شدن بر اثر گرما.

گردن‌غازی gooseneck

بخشی از ماشین ریخته‌گری تحت فشار که سرلولهٔ تزریق در آن قرار دارد.

گرمادهی recalescence

آزاد شدن گرمای چدن یا فولاد، در حین سرد شدن و گذر از دمایی که در آن ساختار بلوری تغییر می‌کند.

گرما ـ سخت thermosetting

ویژگی نوعی پلاستیک که پس از گذراندن تغییرات شیمیایی در حین شکل‌گیری، دیگر نمی‌توان با اعمال گرما و فشار دوباره به آن شکل داد.

گرماگیری decalescence

جذب گرما در هنگامی که آهن یا فولاد در گذر از ناپیوستگی روی منحنی گرمایش / سرمایش گرما داده می‌شود.

گرما ـ نرم thermoplastic

ویژگی ماده‌ای که بر اثر گرم شدن نرم شود؛ ویژگی هر نوع مادهٔ پلاستیکی که بتوان آن را به آسانی قالبگیری کرد و سپس، با گرما دادن، بار دیگر به آن شکل داد.

گونیای فلزی try square

ابزاری که برای ترسیم زاویهٔ قائمه یا وارسی گونیا بودن به کار می‌رود.

گیره vice

ابزاری با فکهای متحرک برای گرفتن و نگه داشتن قطعه‌کار.

لبه‌کوبی caulking

ضخیم‌سازی لبهٔ ورق فلزی، از طریق چکش‌کاری با چکش بالاکشی.

لحیمکاری سخت hard soldering

اصطلاحی کلی برای زردجوشکاری و لحیم نقره.

لحیمکاری غیرمستقیم sweating

گرما دادن قطعات قلع‌کاری شده، به صورتی که لحیم ذوب شود و قطعات به هم بچسبند.

لنگهٔ رویی درجه cope

نیمهٔ بالایی درجهٔ قالبگیری.

لنگهٔ زیری درجه drag

نیمهٔ پایینی درجهٔ قالبگیری

لیمونیت limonite

کانهٔ آهن که آن را سنگ آهن قهوه‌ای نیز می‌نامند؛ عمدتاً از هیدروکسید آهن بلوری، همراه با هماتیت و سایر اکسیدهای آهن تشکیل می‌شود.

مادهٔ آتشگیر flammable substance

ماده‌ای که به آسانی آتش می‌گیرد.

ماسک جوشکاری face shields

صفحهٔ محافظی که از صورت در برابر گرد و غبار، تابش شدید و براده و جرقه محافظت می‌کند.

ماسهٔ تر green sand

ماسهٔ قالبگیری خیس.

ماسهٔ روی قالب facing sand

ماسهٔ تازه‌ای که در قالبگیری روی مدل می‌ریزند.

ماسهٔ قالبگیری moulding sand

ماسهٔمورد استفاده‌برای ساخت قالب؛ معمولاً چندین بار مصرف می‌شود.

ماکت mock-up

مدلی از یک وسیله یا مصنوع که از چوب، مقوا، گچ و مانند آن ساخته می‌شود تا بتوان در مورد طرح اطلاعاتی به دست آورد.

ماهیچه core

قطعه‌ای ساخته شده از ماسه یا فلز، که در قالب قرار می‌دهند تا در قطعهٔ ریختگی سوراخ ایجاد شود.

مبنا datum

نقطه، خط یا سطح مرجعی که اندازه‌گیریها نسبت به آن انجام می‌شود.

محلول جامد solid solution
مادهٔ جامدی که در آن یک ماده به طور یکنواخت در ماده‌ای دیگر پخش شده است.

محیط زیست environment
محیط و شرایط فیزیکی پیرامون انسان؛ شرایط یا وضعیت زندگی.

مدخل inlet
محل ورود گاز یا ماده‌ای دیگر به داخل ظرف.

مدل model
صورت کوچک شدهٔ قطعه یا وسیلهٔ مورد نظر.

مدل pattern
در ریخته‌گری، شکل یا برگردان دقیق قطعه‌ای که هدف ریخته‌گری آن است.

مدل چندتکه split pattern
مدل ساخته شده از دو یا چند قطعه؛ برای تهیهٔ قالبهای پیچیده از آن استفاده می‌شود.

مشخصات فنی طرح design specification
بیان مکتوب کارکردها، کنترلها و محدودیتهایی که طرح باید با آنها انطباق داشته باشد.

مشعل جوشکاری blowpipe
وسیله‌ای برای تولید شعله، به منظور انجام عملیات جوشکاری، برشکاری و زردجوشکاری.

مفرغ لحیم spelter
مفتول مورد استفاده برای زردجوشکاری یا لحیم نقره.

مقایسه‌گر comparator
ابزار یا وسیلهٔ مورد استفاده برای مقایسهٔ اشیاء با استاندارد مورد نظر.

مک لوله‌ای piping
گودی ته مخروط در فرایند کشش، که سرانجام سبب شکافتن آن می‌شود. غالباً در نتیجهٔ سردکاری فلزات ایجاد می‌شود.

منیتیت magnetite
غنیترین کانهٔ آهن، که بیش از ۶۵ درصد آهن دارد؛ این کانه خاصیت مغناطیسی قوی دارد.

موجدار undulating
دارای سطح مواج.

میکرومتر micrometer
ابزاری برای اندازه‌گیری دقیق فواصل و ضخامتهای اندک.

مؤسسهٔ اقتصادی enterprise
شرکت یا بنگاهی که فعالیتهای اقتصادی انجام می‌دهد.

نرو NOT GO
سری از شابلون سوراخ که برای وارسی اندازهٔ سوراخهایی به کار می‌رود که قطر آنها از حد قابل قبول کمتر است.

نسوختنی non-combustible
گاز یا ماده‌ای که نمی‌تواند بسوزد.

نقشهٔ اجرایی تفصیلی detail working drawing
نقشه‌ای که در آن جزئیات هر قطعه از مصنوع یا وسیله نشان داده می‌شود.

نقشهٔ اجرایی مونتاژ assembly working drawing
نقشه‌ای که در آن نحوهٔ اتصال قطعات یک مجموعه به یکدیگر نشان داده می‌شود.

نماد notation
نشانه یا علامت مورد استفاده برای نشان دادن اعداد، کمیتها، عبارتها یا کلمات.

نمای کمکی auxiliary view
نمای جسمی که روی صفحه‌ای موازی با سطحی مایل تصویر شده است.

ورنیه vernier
مقیاس کمکی کوچک متحرک، که در تماس با مقیاسی مدرج می‌لغزد. معمولاً برحسب $\frac{۹}{۱۰}$ مقیاس اصلی مدرج می‌شود؛ خواندن کسری از درجه را امکانپذیر می‌کند.

وزن مخصوص specific gravity
نگاه کنید به ***چگالی نسبی***.

ولتاژ voltage
مقدار نیروی محرکه یا اختلاف پتانسیل؛ برحسب ولت اندازه‌گیری می‌شود.

ولتاژ اتصال ـ کوتاه short-circuit voltage
ولتاژ دستگاه جوش، در هنگامی که قوس ایجاد می‌شود و الکترود یا قطعه‌کار یا میزکار فلزی تماس مستقیم دارد.

ولتاژ مدارباز open-circuit voltage
ولتاژ بین ترمینالهای دستگاه جوش، وقتی دستگاه روشن است، اما هنوز قوس ایجاد نشده یا جوشکاری انجام نمی‌شود.

ولتاژ مداربسته closed-circuit voltage
ولتاژ بین ترمینالهای دستگاه جوش، وقتی قوس ایجاد می‌شود و برقرار می‌ماند، یا وقتی جوشکاری در حال انجام است.

ویژگی feature
صفت مشخصهٔ یک قطعه یا نقشه.

هاشور hatching
مجموعه‌ای از خطوط موازی، که با زاویهٔ °۴۵ روی نقشه ترسیم می‌شود تا سطح بریده را نشان دهد.

هماتیت hematite
کانهٔ آهن حاوی ۵۰ تا ۶۰ درصد آهن که رنگ آن سرخ است.

یکنواخت‌سازی normalizing
فرایند نرم کردن فلز، از طریق گرم کردن و سرد کردن آن، با سرعتی بیش از آنچه در ***تابکاری*** مرسوم است.

واژه‌نامه

آب‌دادن	quenching
آبدان	brush
آب‌صابون	coolant
آب‌فلزکاری	electroplating
آبی‌کاری	blueing
آجرنسوز	firebrick
آج‌زنی	knurling
آچار	spanner
آچار سه‌نظام	chuck key
آخال	inclusion
آذرسنج	pyrometer
آستر	lining
آستنیت	austenite
آکریلونیتریل بوتادی‌ان استیرن	acrylonitrile butadiene styrene
آکریلیک	acrylic
آلیاژ	alloy
آندی کردن	anodizing
آهن‌قراضه	scrap
آهنکوب	flatter
آهنگری	forgework , forging
آهن ورزیده	wrought iron
ابزار فرم	former
اتاقک جوشکاری	welding booth
اتصال	joint
اتصال جناغی	vee joint
اتصال جناغی دوطرفه	double vee joint
اتصال جناغی یک‌طرفه	single vee joint
اتصال سپری	tee joint
اتصال شیاری	groove joint
اتصال لب‌برلب	lap joint
اتصال لب‌به‌لب	butt joint
ارتفاع‌سنج ورنیه‌دار	vernier height gauge
ارگونومی	ergonomics
اره	saw
ارهٔ آهن‌بُر	hacksaw
ارهٔ سوراخ‌بُر	piercing saw
ارهٔ ورق‌بُر	sheet saw
استات سلولوز	cellulose acetate
استحکام کششی	tenacity
اسفالریت	sphalerite
اسفنج	sponge
اسکنه	carpenter's chisel
اسیدشویی	pickling
اضافهٔ مجاز	allowance
اکستروژن ← روزنرانی	
الکترود	electrode
الکترود روپوش‌دار	coated electrode , shielded electrode
الکترود لخت	bare electrode
انبر	tongs
انبر جوشکاری	electrode holder
انبر دَم‌باز	open mouth tongs
انبر دَم‌بسته	closed mouth tongs
انبر دَم‌جناغی	vee bit tongs
انبر دَم‌چهارگوش	box tongs , square tongs
انبر دَم‌گرد	hollow bit tongs , round bit tongs
انبرطوق	crucible tongs
انبر گازانبری	dandy tongs , pickup tongs
انبر همه‌کاره	universal tongs
اندازه‌گذاری	dimensioning
انطباق آزاد	clearance fit
انطباق تداخلی	interference
انطباق گذرا	transition fit
انقباض	shrinkage
اوره‌فرمالدئید	ureaformaldehyde
بازپخت	tempering
بازی کردن با مشعل	manipulating the blowpipe
باکلیت	backlite
بالاکشی	raising
براده	chip
برجهندگی	resilience
برس سوهان	file card
برس سیمی	wire brush
برقو	reamer
برقوزنی	reaming
برقوی دستی	hand reamer
برقوی مخروطی	taper reamer
برنج	brass
برنج بدلی ← برنج طلایی	

برنج زرد	Muntz brass
برنج سخت	clock brass
برنج طلایی	gilding metal
برنج فشنگ	cartridge brass
برنج کشتی	naval brass
برنز	bronze
بستر	bed
بلبرینگ	ball-bearing
بلوک جناغی ← گونیای جناغی	
بوته	crucible
بورنیت	bornite
پاتیل	laddle
پاشنه	heel
پایه‌راهگاه	gate cutter
پتک	sledgehammer
پتک دوبر	double-face sledgehammer
پخ	chamfer
پخ زدن	bevel
پرچ	rivet
پرچ سرپهن	pan head rivet
پرچ سرتخت	flat head rivet
پرچ سرخزینه	countersunk rivet
پرچ سرعدسی	snap head rivet
پرچکاری	riveting
پردهٔ جوشکاری	welding screen
پرگار	compass
پرگار اندازه‌گیری	calliper
پرگار تقسیم	divider
پرلیت	pearlite
پس‌دستگاه	tailstock
پل ماهیچه	chaplet(1)
پلی‌اتیلن	polyethylene
پلی‌استر	polyester
پلی‌ترافلوئوروواتان	polytetrafluoroethane
پلی‌تن	polythene
پلی‌وینیل‌کلرید ← پی‌وی‌سی	
پودر جدایش	parting compound
پولیش	polish
پولی ← فلکه	
پهن‌سازی	jumping up
پیچ	screw
پیچاندن	twisting
پیچ‌تراشی	screw cutting
پیچ جلوبر	leadscrew
پیچ دوسر	stud
پیچ سراستوانه‌ای	cheese-headed screw
پیچک	coil
پیچ کردن	screwing
پیچ‌گوشتی	screwdriver
پیچ مدل‌کش	gimlet
پیچ‌مهره	bolt
پیستوله	french curve
پیشانی‌تراشی	facing , face milling
پیشانی‌تراشی موضعی	spot facing
پیش‌دستگاه	headstock
پیشروی	feed
پیشگرم کردن	preheat
پیش‌نمونه	prototype
پی‌وی‌سی	polyvinyl chloride
تابکاری	annealing
تازنی	folding
تای رو ← لنگهٔ رویی درجه	
تای زیر ← لنگهٔ زیری درجه	
تحلیل	analysis
تختال	slab
تخلخل	porosity
ترانس جوش	transformer welding machine
تراوایی	permeability
ترک سرد	cold short
ترک گرم	hot short
تسمه	strip
تسمه‌جناغی	vee belt
تصویر کابینت	cabinet projection
تصویر کاوالیر	cavalier projection
تغذیه	riser
تقویت	reinforcement
تکیه‌گاه	tool rest
تکیه‌گاه میلهٔ فرزبند	arbor yoke
تلرانس	tolerance
تنش‌گیری	stress relieving
تنکار زردجوشکاری	brazing flux
توپی	hub
تیغچه	insert
تیغچهٔ برش	parting-off tool

تیغ رنده	plane blade
تیغه‌اره	saw blade
تیغه‌تراش	solid tool
تیغه‌فرز	cutter , milling cutter
جاخار	keyway
جازنی	fitting
جان	web
جریان گردابی	eddy current
جعبه‌ماهیچه	core box
جعبهٔ زیر رنده	clapper box
جغجغه	ratchet
جوش استیلن	oxyacetylen welding
جوش اکسی‌استیلن ← جوش استیلن	
جوش رویه	wash coat
جوش شیاری	groove weld
جوش کاربید ← جوش استیلن	
جوشکاری	welding
جوشکاری افقی	horizontal welding
جوشکاری بالاسری	overhead welding
جوشکاری به‌چپ	leftward welding
جوشکاری به‌راست	rightward welding
جوشکاری پتکه‌ای	forge welding
جوشکاری در وضعیت تخت	flat position welding
جوشکاری ذوبی	fusion welding
جوشکاری سربالا	bottom-up welding
جوشکاری سرپایین	top-down welding
جوشکاری عمودی	vertical welding
جوشکاری قوس الکتریکی	electric arc welding
جوشکاری قوسی	arc welding
جوشکاری گازی	oxy-fuel gas welding
جیگ ← قید راهنما	
چاق‌سازی	upsetting
چالهٔ جوش	crater
چدن	cast iron
چدن چکش‌خوار	malleable cast iron
چدن چکش‌خوار مغزسفید	white-heart malleable cast iron
چدن چکش‌خوار مغزسیاه	black-heart malleable cast iron
چدن خاکستری	grey cast iron
چدن خام	pig iron
چدن سفید	white cast iron
چربی‌زدایی	degreasing

چرخ ابزار	bull wheel
چرخ پرداخت	mop
چرخدنده	gear , gearwheel
چرخ‌سنباده	grinding wheel
چروکیدگی	veining
چقرمگی	toughness
چقرمه	tough
چکش	hammer
چکش بالاکشی	raising hammer
چکش برجسته‌کاری	bossing mallet
چکش حلبی‌سازی	tinman's mallet
چکش خشکه‌بند	groove punch , seaming tool
چکش‌خواری	malleability
چکش دم‌باریک	paning hammer
چکش سرگرد	ball peen hammer
چکش صافکاری	planishing hammer
چکش غیرفلزی	mallet
چکش فروبری	sinking hammer
چکش کاسگری	hollowing hammer
چکش گِل‌زنی	chipping hammer
چکش لبه‌تازن	creasing hammer
چهارپهلوی الماس‌گیر	tool bit and holder
چهارپهلوی تیغچه‌الماسی	tipped tool
چهارنظام	four-jaw chuck
حدیده	die , thread chaser
حدیدهٔ دونیم	half die
حدیدهٔ گرد شکاف‌دار	circular split die
حدیدهٔ مهره‌ای	die nut
حلبی	tinplate
حماله	carriage
حوضچهٔ جوش	weld pool
خار	key
خار اره‌ای	feather key
خار سردار	gibhead key
خار محور	Woodruff key
خار ناخنی ← خار محور	
خاکه‌جوش	clinker
خال‌جوش	tack weld
خرک و سندان	horse and stake head
خزینه‌زنی	countersinking
خستگی	fatigue

خشکه‌بندی	seaming
خط جوش	bead
خط‌کش	rule
خط‌کش پایه‌دار	surface gauge
خط‌کش ت	tee square
خمکاری	bending
خوردگی	corrosion
خیاره	flute
داخل‌تراش ← ماشین داخل‌تراشی	
داخل‌تراشی	boring
دایکاست ← ریخته‌گری تحت فشار	
درجه	box of sand , flask
درز ← اتصال	
درز پیچکی	paned down joint
درز پیچکی آب‌بندی	knocked-up joint
درز خشکه‌بند	grooved seam
درز لب‌برلب ← اتصال لب‌برلب	
درز لب‌برلب خزینه	countersunk lap joint
درز لب‌برلب خمیده	modified lap joint
درز لب‌به‌لب	butt seam
درز لب‌گرد برگردان	circular over-folded seam
دریل	drilling machine
دریل پایه‌دار	pedestal drill
دریل دستی برقی	electric hand drill
دریل رادیال	radial drill , radial drilling machine
دریل رومیزی	bench drill , bench drilling machine
دریل ستونی	pillar drill , pillar drilling machine
دستگاه‌جوش یکسوکننده	rectifier welding machine
دسته‌حدیده	stock
دسته‌قلاویز	tap holder , tap wrench
دسته‌ملاقه	crucible shank
دُم	tang
دَم آهنگری	bellows
دماغه(سندان)	beak , bick
دمنده	blower
دنباله	shank
دیرگدازی	refractoriness
دیگ ← مولد استیلن	
راه‌بار	runner
راهگاه	gate
رزوه	thread

رزین	resin
رسانا	conductor
رسانندگی	conductivity
رگولاتور	regulator
رگه	rat tail
رنده‌بند	toolpost
رنده‌بند خودکار	quick-change toolpost
رنده‌بند گردان	four-way toolpost , four-way turret
رنگ‌کاری	painting
روانکار	lubricant
روانکاری	lubrication
روبندهٔ گیره	vice clamp
روپوش الکترود	electrode coating
روتراشی	turning
روتراشی موازی	parallel turning
روزنرانی	extrusion
روش پس‌دستی	backhand technique
روش پیش‌دستی	forehand technique
روغنکاری ← روانکاری	
روغن‌لحیم	flux
روکشی سخت	hard facing
روکوبی	beading
ریخته‌گری(۱)	casting
ریخته‌گری(۲)	foundry
ریخته‌گری تحت فشار	die casting
ریخته‌گری در ماسه	sand casting
ریشه‌ماهیچه	core print
ریشهٔ جوش	root
زویه‌تراشی	angular milling
زویهٔ آزادی	clearance angle
زویهٔ الکترود	electrode angle
زویهٔ براده	rake(1) , rake angle
زویهٔ تراش جلو	front cutting angle
زویهٔ جلوروی براده	front rake angle
زویهٔ جوش	weld angle
زویهٔ جوشکاری	welding angle
زویهٔ حرکت	travel angle
زویهٔ کار	work angle
زویهٔ کنارروی براده	side rake angle
زویهٔ واقعی براده	true rake angle
زردجوشکاری	brazing
زغال‌سنگ	coal

زنبورک	tuyere
زیرسری	packing
ساختار	structure
سازگاری	compatibility
ساعت اندازه‌گیری	dial gauge
سایش	wear
سایه زدن	section lining
سپری	T section
سخت‌سازی	hardening
سخت‌سازی سطحی	case hardening
سختی	hardness
سرباره	slag
سردجوشی پل	chaplet(2)
سردکاری	cold working
سرمشعل	nozzle
سرمشعل برشکاری	cutting nozzle , cutting tip
سطح آزاد	land
سطح آزاد قلم	tool flank face
سمنتیت	cementite
سنبه	punch
سنبه‌رانی	drifting
سنبه‌کاری	punching
سنبه‌نشان ۶۰درجه	dot punch
سنبه‌نشان کردن	dot punching
سنبهٔ گشادکن	drift
سنبهٔ مرکزنشان	centre punch
سندان	anvil
سندان بالاکشی	raising stake
سندان ته‌گرد	round-bottom stake
سندان حلبی‌سازی	tinman's anvil
سندان دوسر	bick iron
سندان دوسر پایه‌کوتاه	extinguisher stake
سندان زبان‌گاوی	cow tongue stake
سندان سه‌سر	three-arm stake
سندان قارچی	mushroom head
سندان قیفی	funnel stake
سندان لب‌برگردانی	hatchet stake
سندان لبه‌تازنی	creasing iron
سندان نیم‌گرد	half moon stake
سندان ورقکاری	stake
سنگ	grinding machine
سنگ آهک	limestone

سنگ آهن	iron ore
سنگ پایه‌دار	pedestal grinder
سنگ رومیزی	bench grinder
سنگ مرکب	buff and grinder
سوپُرت ← حماله	
سوختگی کنارهٔ جوش	weld undercut
سوراخ راه‌به‌در	through hole
سوراخ سنبه‌کاری	punching hole
سوراخکاری	drilling
سوراخ کور	blind hole
سوزن‌خط‌کش	scriber
سوزن‌خط‌کش پایه‌دار ← خط‌کش پایه‌دار	
سوزن‌خط‌کش سرکج	bent end scriber
سوزن سرمشعل	nozzle cleaner
سوفاله	swarf
سوهان	file
سوهان بغل‌تخت	warding file
سوهان تخت	flat file
سوهان چهارپهلو	square file
سوهان دُم‌موشی	rat-tail file
سوهان دوپهن	oval file
سوهان زرگری ← سوهان سوزنی	
سوهان سوزنی	needle file
سوهان سه‌پهلو	triangular file
سوهان سه‌گوش	three-square file
سوهان کاردی	knife file
سوهانکاری	filing
سوهانکاری دوطرفه	draw filing
سوهانکاری یکطرفه	cross filing
سوهان گرد	round file
سوهان لبه‌گرد	round edge file
سوهان معمولی	hand file
سوهان نیمگرد	halfround file
سوهان یک‌درمیان	crossing file
سه‌نظام	chuck , three-jaw chuck
سیالیت	fluidity
سیخ کوره	poker
سیخ نفس‌کش	vent wire
سیدریت	siderite
سیم‌بندی	wiring(2)
سیم‌جوش	welding rod , filler metal
سیم‌لحیم	soldering lead
سیم مغزه	core wire

شابر	scraper
شابر تخت	flat tapered scraper
شابرزنی	scraping
شابر سه‌پهلو	triangular scraper
شابرسه‌گوش	three square scraper
شابر نیمگرد	half-round scraper
شابلون	template
شابلون سوراخ	plug gauge
شعلهٔ احیاکننده ← شعلهٔ کربن‌ده	
شعلهٔ اکساینده	oxidizing flame
شعلهٔ خنثی	neutral flame
شعلهٔ کربن‌ده	carburizing flame
شکل‌پذیری	ductility
شکنندگی	brittleness
شمش	ingot
شمشال	billet
شمشه(۱)	bloom
شمشه(۲)	strike-off bar
شیارتراشی	parting off
صافکاری	planishing
صافی سطح	surface finish
صفحه	plate
صفحه‌تراش	shaper
صفحه‌تراشی	shaping
صفحه‌مرغک	catch plate , drive plate
صفحه‌نظام	face plate
صفحهٔ برش	cutting plane
صفحهٔ پشتگیر	backing plate
صفحهٔ رنده‌بند	saddle
صفحهٔ زیردرجه	bottom board
صفحهٔ قالبگیری	moulding board
صفحهٔ گونیا	angle plate
صیقل‌کاری	polishing
طبلک	thimble
طراحی	designing
طرح‌ریزی	planning
طرح کلی	sketch
عبور پرکن	filler pass
عبور روکش	cover pass
عبور ریشه	root pass
عمق‌سنج	depth gage
عملکرد	performance
عملیات حرارتی	heat treatment
عینک جوشکاری	welding goggles
غلتک‌کاری	rolling
فرایند	process
فرز	milling machine
فرز اره	slitting cutter , slitting saw
فرز اره‌ای ← فرز اره	
فرز انگشتی	end mill
فرز انگشتی ریشه‌ای	shell end mill
فرز بغل و پیشانی‌تراش	side and face cutter
فرز پیشانی‌تراش	face mill
فرز دم‌چلچله‌ای	dovetail cutter
فرز دندانه‌اره‌ای	saw tooth cutter
فرز دوار	fly cutter
فرز راسته‌بُر ← فرز اره	
فرز زاویه‌تراش	angle cutter
فرز زاویه‌تراش دوطرفه	double-angle cutter
فرز زاویه‌تراش یکطرفه	single-angle cutter
فرز ساده	plain cutter
فرز شیارتراش	slotting cutter
فرز شیاردرآر	tee-slot cutter
فرز غلتکی	cylindrical slab cutter
فرز فرم‌تراش	form cutter
فرز قلاویز و برقو	tap and reamer cutter
فرزکاری فرابُر	up-milling
فرزکاری فروبُر	down milling
فرزکاری گروهی	gang milling
فرزکاری همسو	climb milling
فرز کله‌زن	slot drill
فرز مارپیچی	helical mill cutter , spirall mill cutter
فرز نقش‌تراش	form tooth cutter
فرفورژه	scroll , scrolling
فروبری	sinking
فریت	ferrite
فلز پرکن ← سیم‌جوش	
فلزکاری	metalworking
فلزکوبی	beaten metalwork
فلکه	pulley
فندک جوشکاری	blowpipe lighter

فنرسوار	spring-loaded
فنول‌فرمالدئید	phenol formaldehyde
فوتک	moulder's bellow
فولاد	steel
فولاد تندبُر	high speed steel
فولاد زنگ‌نزن	stainless steel
فولاد کم‌کربن	mild steel
قابلیت ماشینکاری	machinability
قاشقک	stick and spoon
قالب	mould
قالب فرفورژه	scroll iron
قالب قرار	swage block
قالبگیری	moulding
قالبگیری تزریقی	injection moulding
قانجاق ← پل ماهیچه	
قرار	swage
قرار دم	fuller
قرارکاری	swaging
قطبیت	polarity
قطعه کار	workpiece
قطعهٔ ریختگی	casting
قلاب بکسل	shackle
قلاویز	tap
قلاویز پسرو	bottoming tap , plug tap
قلاویز پیشرو	taper tap
قلاویزکاری	tapping
قلاویز وسط‌رو	second tap
قلم	tool
قلم‌بُری	chopping out
قلم بغل‌تراش	knife facing tool
قلم پیچ‌تراشی خارجی	external screwcutting tool
قلم پیچ‌تراشی داخلی	internal screwcutting tool
قلم پیچ‌تراشی فرم‌دار	round-nose tool
قلم تک‌لبه	single-point tool
قلم دَم‌باریک	cross-cut chisel
قلم دَم‌پهن	flat chisel
قلم دَم‌گرد	round-nosed chisel
قلم راست‌تراش	fine-finishing tool
قلم راست‌تراش قوس‌دار	side-finishing tool
قلم‌زنی(۱)	chasing
قلم‌زنی(۲)	repousse
قلم‌زنی نقشه	rendering
قلم سردبُر	cold chisel
قلم فرم زاویه‌دار	straight-nose roughing tool
قلم فرم قوس‌دار خارجی	round-nose roughing tool
قلم قوس‌دار داخلی	form tool
قلم‌گیر	tool holder
قلم نوک‌تیز	diamond-pointed chisel
قلم نیمگرد	half-round chisel
قوطی	apron
قیچی	shear
قیچی آهن‌بر	tinman's snips
قید راهنما	jig
کارکرد	function
کارگیر	fixture
کاسگری	hollowing
کاسیتریت	cassiterite
کاغذسنباده	emery paper
کالکوپیریت	chalcopyrite
کالکوسیت	chalcocite
کانه	ore
کپی‌تراشی	profiling
کران‌سنج	limit gauge
کشسانی	elasticity
کشوی عرضی	cross slide
کشوی مرکب	compound slide
کشویی	slide
کف(سندان)	face
کک	coke
کلاه جوشکاری	welding helmet
کله‌گی تقسیم	dividing head
کله‌گی فرز	overarm
کله‌گی کشویی	sliding head
کله‌گی لولایی	swivel head
کمان‌اره ← ارهٔ آهن‌بُر	
کمان‌ارهٔ کوچک	junior hacksaw
کمربند	steady
کنورتر	converter
کوبه	rammer
کوپل	coupola
کوره‌بلند	blast furnace
کوره‌بوته‌ای	crucible furnace
کورهٔ آهنگری	blacksmith's hearth
کورهٔ اجاق‌باز	open hearth furnace

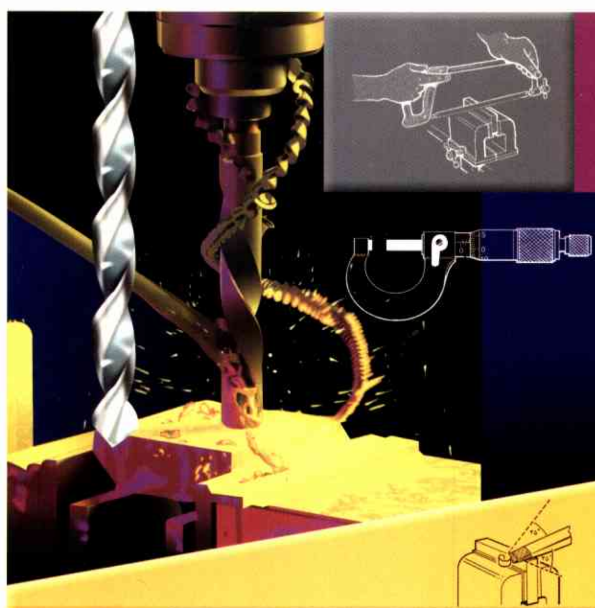
کورهٔ القایی	induction furnace
کورهٔ انعکاسی	reverberatory furnace
کورهٔ پودلاژ	puddling furnace
کورهٔ قوس الکتریکی	electric arc furnace
کورهٔ موفلی	muffle furnace
کولت	collet
کولت با میل پیش‌بر	draw-in collet chuck
کولت چندکاره	multibore collet , multisize collet
کولت فنری	spring collet
کولیس ارتفاع‌سنج ← ارتفاع‌سنج ورنیه‌دار	
کولیس‌ورنیه	vernier calliper
کیس افتادن	buckling
گالن	galena
گام پیچ	pitch
گدازآور ← روغن‌لحیم	
گدازپذیری	fusibility
گردن‌غازی	gooseneck
گرماسخت	thermosetting
گرمانرم	thermoplastic
گرمکاری	hot working
گسترش سطح	surface development
گُلِ پرچ	rivet head
گُلِ پیچ	screw head
گلو(سندان)	throat
گونیا	set square
گونیای جناغی	vee block
گونیای فلزی	try square
گونیای مرکب	combination set
گونیای مرکزیاب	centre square
گیره‌دستی	hand vice
گیرهٔ اتصال‌زمین	ground clamp
گیرهٔ پایه‌دار	leg vice
گیرهٔ فشنگی ← کولت	
گیرهٔ قلبی ← نوک‌گیر	
گیرهٔ معمولی	engineer's vice
لاغرسازی	fullering
لاک‌زنی	lacquering
لب‌مفتولی	wired edge
لب‌مفتولی کردن	wiring(1)
لبه‌کوبی	caulking
لحیم جوشکاری	braze welding
لحیم حلبی‌سازی	fine solder
لحیمکاری	soldering
لحیمکاری سخت	hard soldering
لحیمکاری غیرمستقیم	sweating
لحیم لوله‌کشی	plumber's solder
لعابکاری	enamelling
لنگهٔ رویی درجه	cope
لنگهٔ زیری درجه	drag
لولهٔ کمربندی	bustle pipe
لیمونیت	limonite
لینت ← کمربند	
مادهٔ آسان‌تراش	free cutting material
مارتنزیت	martensite
ماسک جوشکاری	welding handshield
ماسه‌سوز	scab
ماسهٔ تر	green sand
ماسهٔ روی قالب	facing sand
ماسهٔ سیلیسی	high-silica sand
ماشین پرداخت	buffing machine
ماشین‌تراش دهانه‌دار	gap-bedlathe
ماشین‌تراش مرغک‌دار ← ماشین‌تراش معمولی	
ماشین‌تراش معمولی	centre lathe
ماشین داخل‌تراشی	boring machine
ماشین ریخته‌گری تحت فشار بادی	pneumatic pressure die-casting machine
ماشین ریخته‌گری تحت فشار پیستونی	plunger pressure die-casting machine
ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد	cold-chamber die-casting machine
ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌گرم	hot-chamber die-casting machine
ماشین سنگ دستی	off-hand grinding machine
ماشین‌فرز	miller
ماشینکاری	machining
ماشین کله‌زنی	relieve machine
مالاکیت	malachite
ماله	trowel
ماهیچه	core
متر تاشو	flexible rule , pocket rule
مته	drill bit
مته‌خزینه	centre drill , countersink drill
مته‌خزینهٔ استوانه‌ای	counterbore drill

مته‌خزینهٔ ماشینی	machine countersink drill
مته‌خزینهٔ مخروطی	rose countersink drill
مته‌مارپیچ	twist drill
متهٔ تخت	flat drill
متهٔ راست	straight-fluted drill
متهٔ سرتخت	flat-bottom drill
متهٔ مرکب	combination drill
مجموعه‌چرخدنده	gear train
محلول جامد	solid solution
محور	shaft
محور پیشروی	feed shaft
مختصات‌یاب	comparator
مخروط‌تراشی	taper turning
مدل	pattern
مدل چندتکه	split pattern
مدلسازی	modelling
مرغک	centre
مرغک پیش‌دستگاه	live centre
مرغک ثابت	dead centre
مرغک کامل	full centre
مرغک گردان	revolving centre
مرغک ناقص	half centre
مسلفه	rake(2)
مسوار	pewter
مشعل	blowpipe
مشکل‌گشایی	problem solving
مفتول	rod
مفتول جوشکاری ← سیم‌جوش	
مفرغ لحیم	spelter
مقر ابزار	hardie hole , tool hole
مقیاس	scale
مقیاس ساده	plain scale
مک	void
منیتیت	magnetite
موازی‌تراشی	straddle milling
موتورجوش	generator welding machine
مولد استیلن	acetylene generator
مومسان	plastic
مویینگی	capillary action
مهرزنی	stamping
مهره	nut
مهره‌قفلی	locknut
میخچه	dowel pin
میخ مدل‌کش	draw screw
میز صاف	surface table
میز گونیایی	knee
میز نقشه‌کشی	drawing board
میکرومتر	micrometer
میکرومتر خارجی	outside micrometer
میکرومتر داخلی	inside micrometer
میل پیش‌بر	draw bar
میل تغذیه	riser pin
میل دنده	rack
میل راهگاه	sprue pin
میل راهنما	aligning pin
میل متحرک	mandrel
میل مرغک ← میلهٔ فرزبند	
میل نقره‌ای	silver steel
میله	bar
میلهٔ تاکن	folding bar
میلهٔ داخل‌تراشی	boring bar
میلهٔ فرزبند	arbor
میلهٔ لق‌کن	rapping bar
نایلون	nylon
نبشی	angle
نسبت چرخدنده	gear ratio
نفس‌کش	vent hole
نقاله	protractor
نقشه	drawing
نقشهٔ اجرایی	working drawing
نقشهٔ ایزومتریک ← نقشهٔ هم‌مقیاس	
نقشهٔ پرسپکتیو	perspective drawing
نقشهٔ تفصیلی	detail drawing
نقشهٔ مجموعه	assembly drawing
نقشهٔ مونتاژ ← نقشهٔ مجموعه	
نقشهٔ مهندسی	orthographic drawing
نقشهٔ هم‌مقیاس	isometric drawing
نقطهٔ نهانگرمادهی	point of recalescence
نقطهٔ نهانگرماگیری	point of decalescence
نمای افقی	plan , top view
نمای قائم	front view
نمای کمکی	auxiliary view
نمودار	diagram
نوک‌گیر	dog
نیترات سلولوز	cellulose nitrate

نیمرخ چپ	left end view
نیمرخ راست	right end view
ورق	sheet
ورقکاری	sheet metalworking
هاشور زدن	hatching
هماتیت	hematite
هم‌بند	fastener
هموارسازی	flattening
هولدر ← قلم‌گیر	
هویه	soldering bit , soldering iron
هویهٔ لحیمکشی	hatchet iron
هویهٔ نشادرزنی	straight soldering iron
یاتاقان	bearing
یکنواخت‌سازی	normalizing

۷۹





شابک: ۹ـ ۷۷ـ ۶۲۳۲ـ ۹۶۴



۲۵۰۰ تومان